

JOURNAL OF
International Scientific Publications:
Ecology & Safety, Volume 6, Part 3



Peer-Reviewed Open Access Journals

Published at:

<http://www.science-journals.eu>

Published by Info Invest Ltd

www.sciencebg.net

ISSN 1313-2563, 2012, European Union

Journal of International Scientific Publications:

Ecology & Safety, Volume 6, Part 3

ISSN 1313-2563, Published at: <http://www.science-journals.eu>

Editor in Chief

Ioannis Takos, Greece

Co-Editor in Chief

Cengiz Kurtulus, Turkey

Executive Secretary

Marina Sizemskaya, Russia

Editorial Board Members

Alexy Danchev, Turkey

Branko Marinković, Serbia

Dimiter Syrakov, Bulgaria

Dimitrios Bakaloudis, Greece

Daniel Bucur, Romania

Galatsidas Spyridon, Greece

Hamid Abbasdokht, Iran

Ijaz Noorka, Pakistan

Ljubica Komazec, Serbia

Juying Jiao, China

Jovan Crnobarac, Serbia

Lev Ruzer, USA

Muhammad Afzal, Pakistan

Meenu Vikram, USA

Nadezhda Khristoforova, Russia

Oana Zamfirescu, Romania

Oleg Romanovskii, Russia

Theodora Merou, Greece

Tatiana Tolstikova, Russia

Vladimir Solodukhin, Kazakhstan

Journal of International Scientific Publications:
Ecology & Safety, Volume 6, Part 3
ISSN 1313-2563, Published at: <http://www.science-journals.eu>

Published in Association with Science & Education Foundation.

Any paper submitted to the Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety - should NOT be under consideration for publication at another journal. All submitted papers must also represent original work, and should fully reference and describe all prior work on the same subject and compare the submitted paper to that work.

All research articles in this journal have undergone rigorous peer review, based on initial editor screening and anonymized refereeing by at least two referees. Recommending the articles for publishing, the reviewers confirm that in their opinion the submitted article contains important or new scientific results.

The authors of the articles bear the responsibility for their content.

When quoting the articles their author and edition should be mentioned.

It is not allowed the edition of the scientific articles to be copied, multiplied and distributed with the purpose of trade without the permission of the editor.

**ECOLOGICAL-TOWN-PLANNING PECULIARITIES OF RECONSTRUCTION
OF TOWN IN CONDITIONS OF TECHNO GENE RISKS (ON EXAMPLE OF ACTOBE)**

AINAGUL K. TUYAKAEVA

Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering (KazGASA),

28 Ryskulbekov str., Almaty, Republic of Kazakhstan, 050043

Abstract

In the article is sequentially considered utilization of method of evaluating of territories on a base of complex ecological including techno gene character, criteria in designed analyses of reconstructing Actobe-town; Town-planning devices of improvement of an ecological situations and decreasing of potential risk of influence of dangerous industrial objects; proposals on normalization and regulation of rules including territories of highest ecological risk. On a base of guided investigation proved the necessity of accounting town-planning territories of highest ecological risk, which defines with increasing of requirement of safety in big cities.

Key words: *techno gene risk, ecological safety, territory of the highest risk*

В стране, как и во всем мире, наблюдается рост числа катастроф техногенного характера и вместе с тем усугубляется экологическая ситуация в городах, вызванная антропогенной деятельностью. Под воздействием техногенных ЧС на территории страны происходит загрязнение атмосферы и водных ресурсов, масштабное опустынивание и деградация плодородных земель, сокращение богатств флоры и фауны и т.д., что неблагоприятно влияет на здоровье населения и представляет угрозу для его безопасной жизнедеятельности. [1].

Промышленные отходы, включая токсичные, хранятся в различных накопителях без соблюдения каких-либо норм и требований, что в любое время может вызвать возникновение ЧС в результате случайных разрушений этих накопителей. [2]. Особую опасность представляют радиоактивные отходы. По данным Национальной компании «Казатомпром» в республике накоплено около 200 млн. тонн радиоактивных отходов активностью свыше 15 млн. кюри [1].

Ухудшение условий жизни населения, отрицательное влияние на здоровье и продолжительность жизни сложившейся экологической ситуации, увеличение количества ЧС и возникающие вследствие этого массовые социальные и материальные потери, создают необходимость планирования, совершенствования и внедрения научно обоснованных организационных систем защиты населения от нависшей угрозы. Для решения этой проблемы нами проанализированы и критически оценены состояние проблемы и перспектив развития систем защиты территории городов от техногенного воздействия потенциально опасных объектов.

Анализ опыта разработки генерального плана городов выявил, что в градостроительном проектировании недостаточно полно осуществляется оценка экологической ситуации с учетом риска техногенных воздействий опасных производственных объектов для решения задач предпроектного анализа и функционального зонирования. Вместе с тем имеет место наращивание промышленного потенциала на индустриально - насыщенной территории. Увеличивается масштабность последствий для населения и окружающей среды от техногенных

загрязнений и потенциальных аварий на том или ином объекте вследствие концентрации химически и взрывоопасных веществ. Это выдвигает вопросы безопасности городской среды в ранг первоочередных.

Анализ территории города Актобе показал, что существует более 60% территорий, подверженных риску для жизни и здоровья населения. Зона влияния и потенциальной опасности большинства объектов экономики превышает промышленную территорию вместе с санитарно-защитной зоной более чем в 2 раза.

Планограмма распределения плотности расселения на территории г. Актобе, выполненная в процессе исследования, позволяет наиболее точно рассмотреть не только распределение плотности от центра к периферии, но и определить количество потенциально пострадавших при возникновении ЧС техногенного характера и попадающих в зону влияния промышленных воздействий.

Ущерб может измениться в широких пределах при развитии аварий сопровождающихся синергическим эффектом или «эффектом домино», что требует принципиальной корректировки планировочной структуры городских территорий [4].

Под комплексной оценкой на территории города, выполняемой в предпроектном анализе, понимается интегральная оценка частных оценок, сравнительная планировочная оценка отдельных участков всей территории города по комплексу природных и антропогенных факторов, благоприятствующих основным видам хозяйственной деятельности. [4]. Такая дифференциация является основанием для проектирования генерального плана города при определении планировочных ограничений, разработке схемы функционального зонирования и схемы расселения.

Предлагаемая оценка на основе комплексного экологического, в том числе техногенного, критерия систематизирует материалы по изучению городской территории как *жизнеобеспечивающего* фактора, выявляет ареалы риска *здоровью и безопасности* проживания для принятия конкретных мер, предупреждающих риск - ситуации для населения и средоформирующих объектов, при выборе целесообразных градостроительных решений. Предполагается, что такой подход точнее определит контуры территорий риска для определения планировочных ограничений, обоснования направлений развития города и преобразования его планировочной структуры в целях повышения безопасности среды.

Работа состояла из ряда этапов. На первом этапе экологическая ситуация города выявлена на основе комплексной оценки состояния окружающей среды по методике Чистяковой - (ЦНИИПГрад) В процессе исследования проводился *пофакторный* анализ всех элементов окружающей среды и *комплексная экологическая оценка* территории по сумме факторов. Комплексный экологический анализ города позволил дифференцировать его территорию *по качеству состояния окружающей среды*.

На втором этапе выполнена оценка территории г. Актобе по техногенному риску. Предложено производить оценку по группам факторов, которые отражают виды событий, инициирующих ЧС техногенного характера. Состав и число факторов оценки, их свойств и показателей определяются в зависимости от конкретных производственных особенностей города, направленность оценки, стадии градостроительного проектирования. При оценке конкретной территории могут учитываться специфические для данного города условия, т. е. набор факторов может быть сокращен или дополнен. В частности, для г. Актобе характерна следующая группа факторов:

- аварии на химически опасных объектах;
- аварии на пожаро - и взрывоопасных объектах;

- аварии на гидродинамически опасных объектах;
- аварии на транспорте.

На третьем этапе, в результате интегрированной оценки территории города на основе комплексного экологического, в том числе техногенного критерия методом квалиметрии, получена возможность ранжирования территории по уровню безопасности проживания и жизнедеятельности:

- относительно благоприятные территории- территории, характеризующиеся благоприятным и относительно благоприятным состоянием окружающей среды и незначительным потенциальным воздействием от объектов III степени опасности;
- неблагоприятные территории-территории, характеризующиеся неблагоприятным состоянием окружающей среды и потенциальным влиянием объектов II-III степени опасности;
- особо неблагоприятные территории – территории, характеризующиеся крайне неблагоприятным состоянием окружающей среды и высоким уровнем потенциального воздействия от нескольких опасных объектов I-III степени опасности.

Для улучшения экологической ситуации, в том числе и за счет снижения риска аварийного воздействия объектов, в соответствии с полученной оценкой, на основании разработанной и использованной методики классификации территорий предложены градостроительные рекомендации, включающие в зависимости от конкретной ситуации и целесообразности:

- выбор оптимального объемно-планировочного решения застройки;
- рассредоточения или концентрации в специальных зонах потенциально опасных производств;
- ранжирование и размещения производств в промышленных зонах по степени уменьшения потенциальной опасности по мере приближения к жилым территориям;
- регулирование плотности жилого фонда;
- совершенствования транспортной и инженерной инфраструктуры;
- увеличение или уменьшения санитарно-защитных зон;
- введение территорий в ранг специального, режимного функционирования.

В случае определения нецелесообразности проведения в обозримой перспективе реконструкции отдельных территорий повышенного экологического риска по тем или иным социальным, экономическим, технологическим или иным соображениям необходимо внести их в нормативно закреплённые техногенные планировочные ограничения.

На основании совокупности полученных данных появляется возможность формирования своеобразного каркаса безопасности населённых пунктов и прилегающих территорий.

В планировочном решении промышленных зон городов рекомендуется проведение возможной корректировки с точки зрения оптимизации территориального размещения отдельных предприятий.

Учитывая наличие неупорядоченных территориальных резервов в промышленных зонах обследованных городов, рекомендуется в зависимости от конкретных условий и санитарных требований провести мероприятия по переносу туда ряда производств из центральных частей городов с учетом возможной технологической кооперации и проведения работ по благоустройству и озеленению.

На основании полученных в результате исследования данных возможно формирование своеобразного экологического каркаса населенных пунктов и прилегающих территорий, позволяющего определить направления дальнейшей оптимизации экологической обстановки региона.

Таким образом, оценка экологической ситуации города с учетом риска техногенных воздействий опасных производственных объектов для решения задач предпроектного анализа и функционального зонирования является важной составляющей проектирования генплана города на пути совершенствования планировочной структуры для создания оптимальной городской среды.

Схема 1: Планограмма распределения плотности расселения на территории г. Актобе.

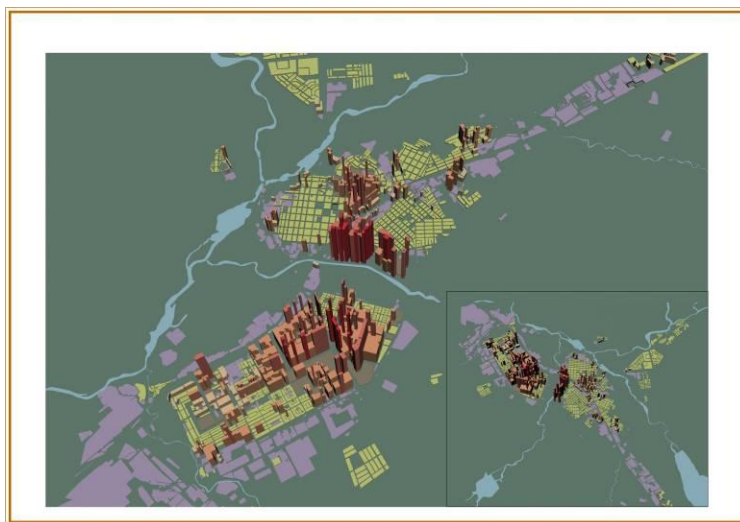


Схема 2: Оценка территории г. Актобе по техногенному риску

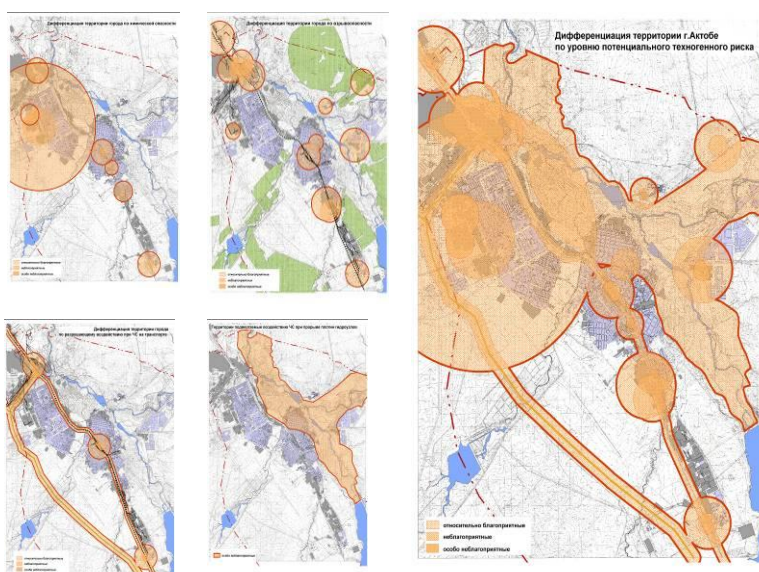
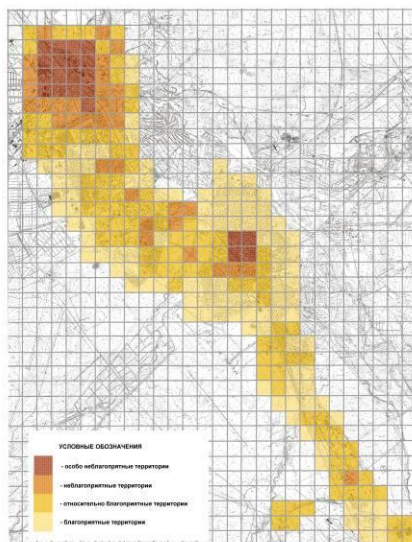


Схема 3: Оценка территории г. Актобе на основе комплексного экологического и техногенного критерия:



REFERENCES

1. Бижанов Н.К. Возможные стихийные бедствия и техногенные аварии в Казахстане: Информационный сб. материалов по ЧС и ГО., Алматы, 2001, вып. 4 (8), с. 23-24.
2. Актобе. Генеральный план. Пояснительная записка, Атырау, 2009г., Т.1;4.
3. Круглов Ю.В. Экологические требования к разработке планировочных ограничений при проектировании городов. Известия вузов, Строительство. Пенза, 1996, № 3, с. 108-113.
4. Перькова М.В. Территории повышенного риска в генеральном плане города, Пенза, 2005, с. 117.

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ УГЛЯ
С ПЛАЗМЕННОЙ АКТИВАЦИЕЙ**

Алия С. Аскарова, Сымбат А. Болегенова, Валерий Ю. Максимов,
Айдын Бекмухамет
Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
физико-технический факультет, Алматы, Казахстан

Abstract

3D modeling the method is applied to carrying out of computer experiments on numerical simulation of burning process of coal, which has passed plasma technology of thermochemical processing. Burning research thermochemically the installed gas fuel is conducted and shown that plasma preparation of coal for burning allows to optimize process, improve ignition and burning conditions, to minimize emissions of harmful substances.

Key words: *Combustion chamber, plasma astrophysics activation, concentration, numerical simulation, boiler, plasma technology, oxide, nitrogen, hydrocarbon, immature coal, chark, coal.*

В настоящее время в Казахстане около 85% электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях (ТЭС), основным топливом которых является уголь. Более 80% угля, сжигаемого на ТЭС, является низкосортным, например экибастузский уголь, зольность которого составляет около 50%. Сжигание низкосортных углей сопряжено со сложностями по их воспламенению, увеличением вредных пылегазовых выбросов (зола, оксиды углерода, пятиокись ванадия, оксиды азота и серы, углеводороды). При сжигании таких низкосортных углей увеличивается расход мазута или природного газа, используемого для розжига, и ухудшается экологическая обстановка.

В настоящее время разрабатываются различные методы повышения эффективности использования топлива. В последнее время более широкое развитие получают работы, связанные с воспламенением топлив посредством низкотемпературной плазмы, генерируемой плазмотронами.

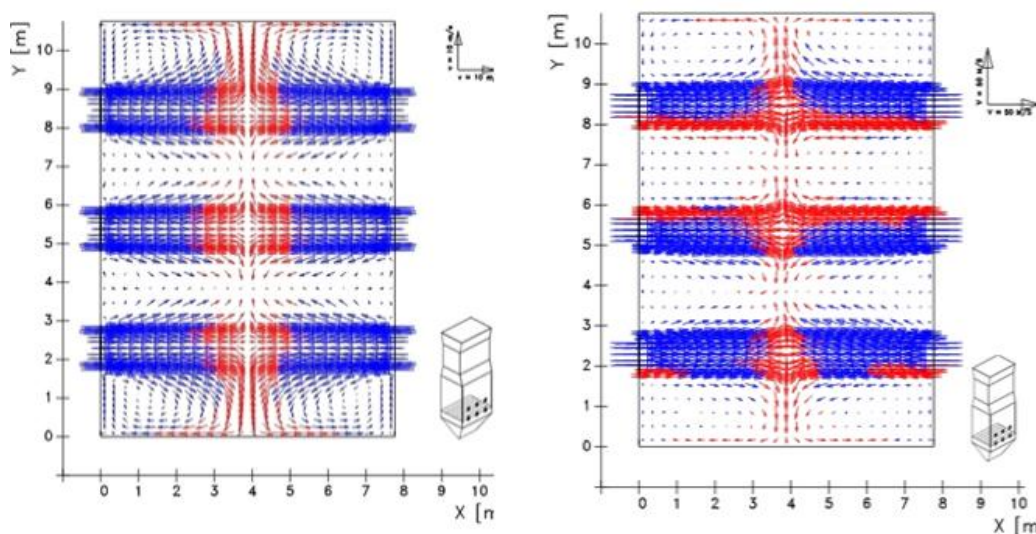
С применением плазменной активации пылеугольного потока входные параметры, используемые при расчетах, существенно отличаются от существующих на практике при организации горения безплазменных систем. В камеру сгорания поступает факел реагирующей топливной смеси, что может вызвать изменение основных параметров процесса горения. В этой связи особую актуальность приобретает комплексное исследование рабочего процесса топочной камеры с учетом влияния термохимической подготовки топлива, в том числе численное моделирование процессов, протекающих в объеме камеры сгорания. Несмотря на широкое исследование плазменных технологий комплексное исследование влияния термохимической активации на процессы, происходящие непосредственно в камере горения, после того как активированные потоки поступают в топочное пространство, ранее не проводилось.

Метод термохимической плазменной подготовки угля к сжиганию успешно апробирован на ряде тепловых электростанций, что подтверждает его эффективность. Однако, для широкого внедрения плазменной технологии безмазутного воспламенения углей необходима разработка

специальных методов расчета горелочных устройств, что позволит до опыта оценить основные параметры протекающих процессов в объеме горелки, оснащенной плазмотроном, получить состав топливной смеси на входе в топку и далее рассчитать характеристики процессов тепломассопереноса в объеме камеры сгорания котла ТЭС. Использование новейших информационных технологий моделирования позволили, при хорошо развитом алгоритмическом и программном обеспечении, используя соответствующие модели, провести вычислительные эксперименты по численному моделированию этих процессов [1-7].

Трехмерное численное моделирование процесса горения низкосортного экибастузского угля, предварительно термохимически обработанного в топке котла, инициируемого плазменным источником, выполнялось с использованием программных комплексов «FLOREAN» и «PLASMA-KOKS» для камеры сгорания ПК-39 Аксуйской ГРЭС. Было рассмотрено два случая: базовый вариант и вариант, когда 6 горелок нижнего яруса оснащены плазмотронами. Результаты вычислительных экспериментов приведены на рисунках 1-7.

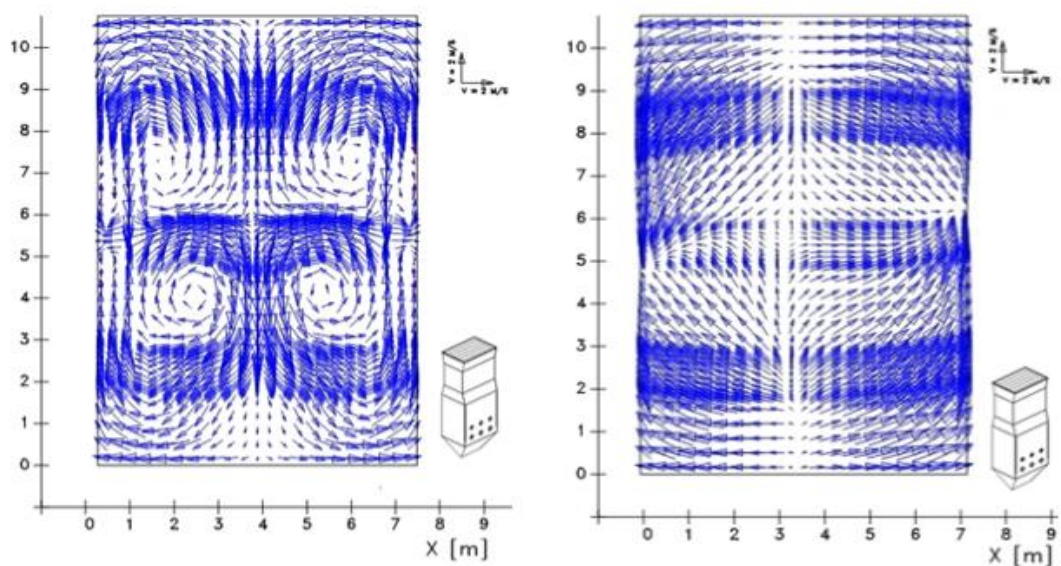
В данной работе вычислительный эксперимент проводился на основе решения трехмерных уравнений конвективного тепломассопереноса с учетом распространения тепла и химических реакций [2].



а) Традиционное сжигание угля

б) Сжигание угля, активированного
в шести ПТС

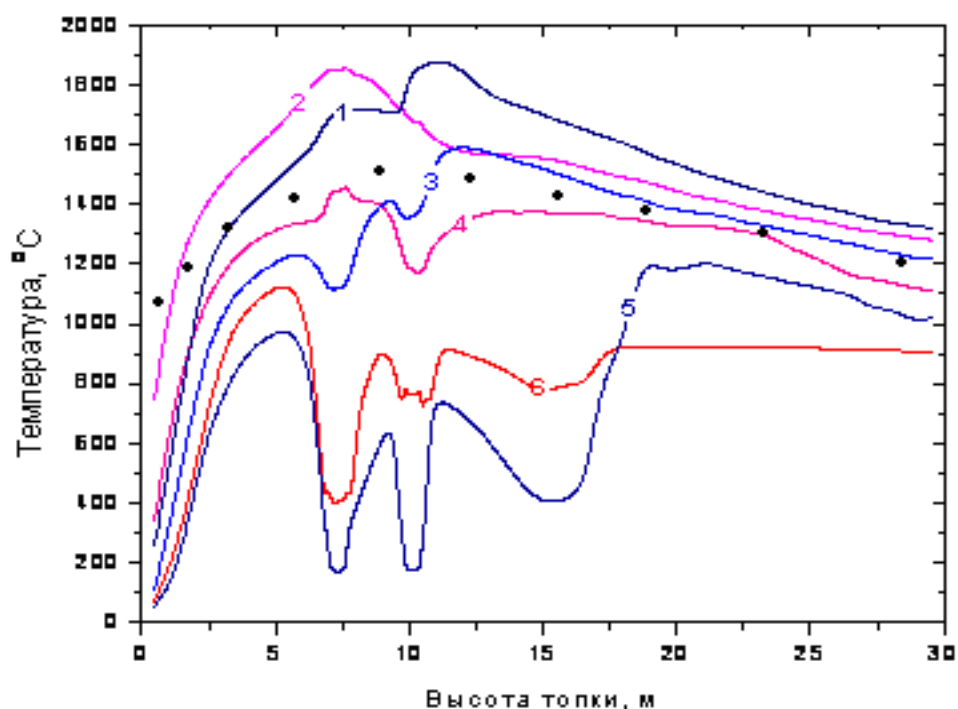
Рисунок 1 – Поле вектора полной скорости в поперечном сечении
камеры сгорания (H=7.32 м)



а) Традиционное сжигание угля

б) Сжигание угля, активированного в шести ПТС

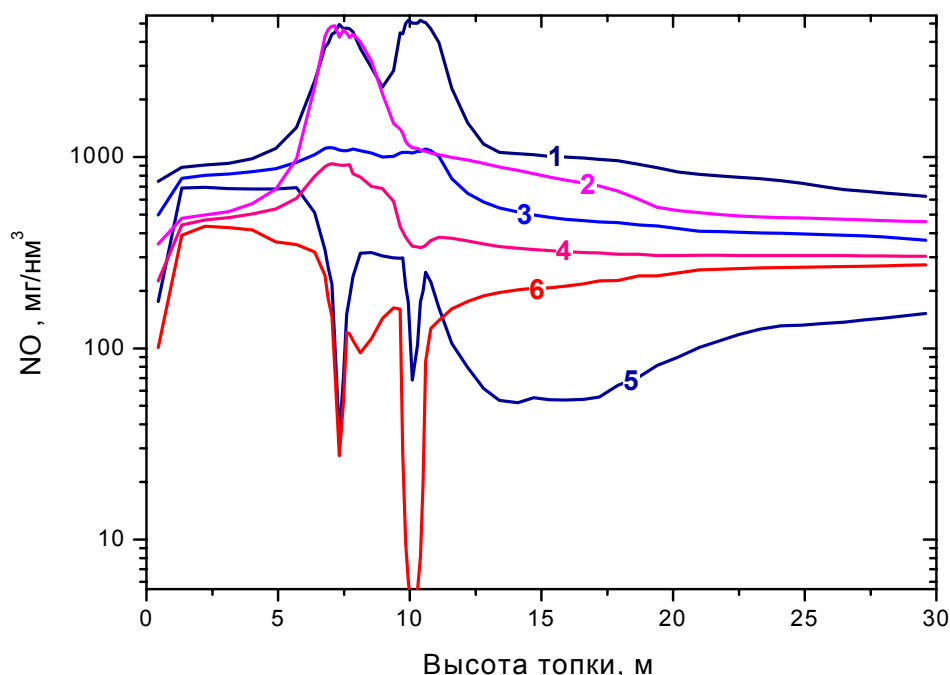
Рисунок 2 – Поле вектора полной скорости на выходе из камеры сгорания



1, 3, 5 – традиционный режим сжигания угля; 2, 4, 6 – режим сжигания угля с плазменной активацией его в шести ПТС, максимальные, средние и минимальные значения соответственно,
 • - эксперимент [8,9]

На рисунках 1-2 представлены вектора полной скорости в поперечном сечении камеры сгорания ($H=7.32$ м), где расположены вихревые горелки 1 (а) и на выходе из нее 2 (а) для традиционного сжигания угля. На рисунке 1 (б) и 2 (б) - для камеры сгорания, нижний ярус которой оборудован шестью плазменными горелками (ПТС). Мы видим, что наличие ПТС существенно отразилось на аэродинамике течения в камере сгорания.

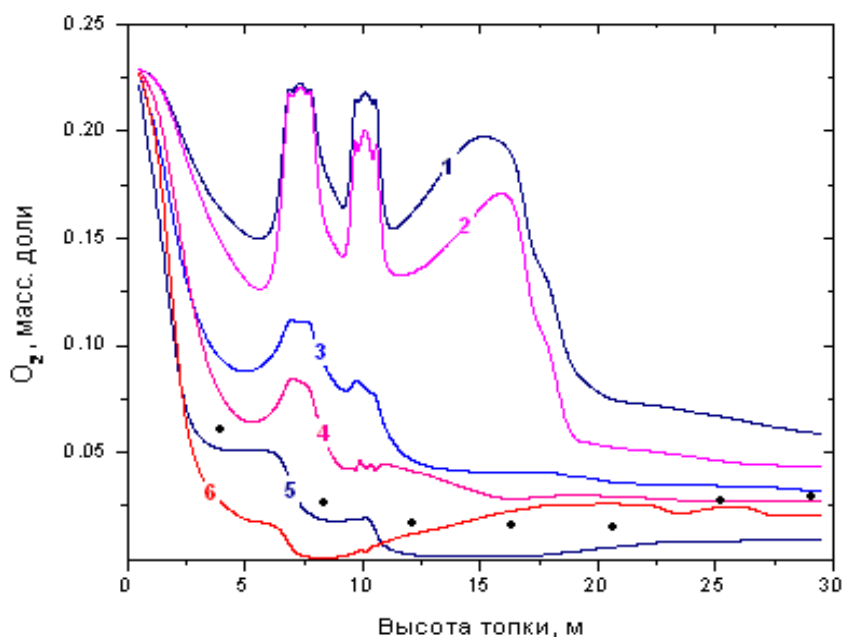
Рисунок 3 – Изменение температур по высоте камеры сгорания



1, 3, 5 – традиционный режим сжигания угля; 2, 4, 6 – режим сжигания угля с плазменной активацией его в шести ПТС, максимальные, средние и минимальные значения соответственно

Рисунок 4 – Изменение концентраций NO по высоте камеры сгорания

На рисунках 3 и 4 показаны изменения по высоте камеры сгорания значений температур и концентраций NO, соответственно, рассчитанных для двух вариантов: сжигания угля с его предварительной плазменной активацией в ПТС и традиционного. Видно, что в основном температуры по высоте камеры сгорания, рассчитанные для активированного плазмой горения угля (рисунок 3, кривые 2, 4, 6) ниже температур, рассчитанных для традиционного режима сжигания угля (рисунок 3, кривые 1, 3, 5). Однако есть зона (нижняя часть камеры сгорания до уровня верхнего яруса горелок), в которой температура горения угля с плазменной активацией выше температуры горения угля в традиционном режиме. Это явление может быть объяснено влиянием ПТС, которые вызывают более ранний нагрев и воспламенение аэросмеси и соответствующее смещение фронта пламени к выходу ПТС.

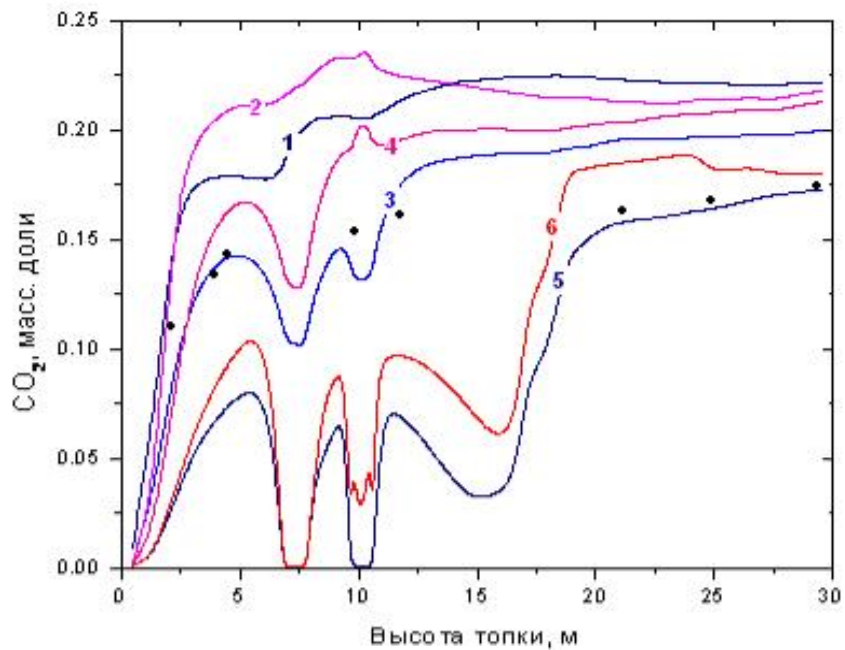


1, 3, 5 – традиционный режим сжигания угля; 2, 4, 6 – режим сжигания угля с плазменной активацией его в шести ПТС, максимальные, средние и минимальные значения соответственно, • - эксперимент [8,9]

Рисунок 5 – Изменение концентраций кислорода по высоте камеры сгорания

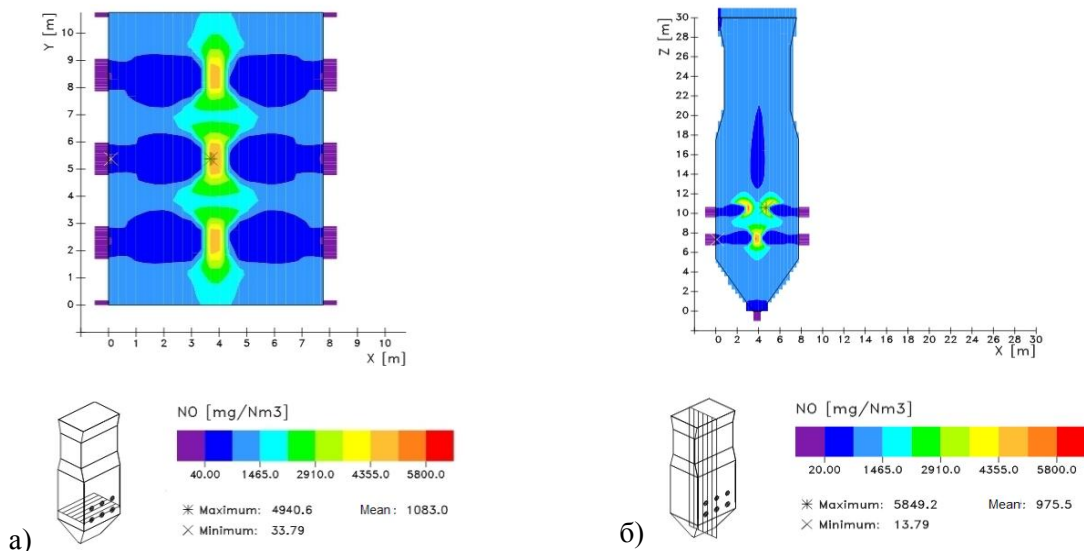
Влияние ПТС на образование NO заметно и по высоте камеры сгорания (рисунок 4). Как средние (кривая 4), так и максимальные (кривая 2) значения концентрации NO по высоте камеры сгорания заметно ниже в случае сжигания угля с его плазменной активацией. Следует отметить, что использование ПТС снижает концентрацию NO (рисунок 4 - кривые 2, 4, 6, рисунок 7 б, г) даже в нижней части камеры сгорания (ниже уровня расположения ПТС). Это явление объясняется подавлением образования топливных оксидов азота внутри ПТС. Топливный (атомарный) азот выделяется в газовую фазу при нагреве угля вместе с летучими внутри ПТС. Из него образуется молекулярный азот, вследствие дефицита кислорода в аэросмеси, обрабатываемой плазмой, что также подтверждается низким уровнем концентрации NO ($7.5 \text{ мг/м}^3 \text{ с}$) на выходе ПТС, а, как известно, топливный азот является основным источником оксидов азота, образующихся при горении угля.

Рисунки 5 и 6 иллюстрируют распределение концентраций кислорода и диоксида углерода по высоте камеры сгорания. Средние значения концентраций кислорода (рисунок 5, кривые 3 и 4) по всей высоте камеры сгорания ниже в случае горения угля, прошедшего предварительную термохимическую подготовку в ПТС, а средние значения концентраций диоксида углерода (рисунок 6, кривые 3, 4) соответственно, выше. Эти данные подтверждают тот факт, что когда плазменно-топливные системы поддерживают процесс горения угля, наблюдается более полное его сгорание и снижение мехнедожога топлива.

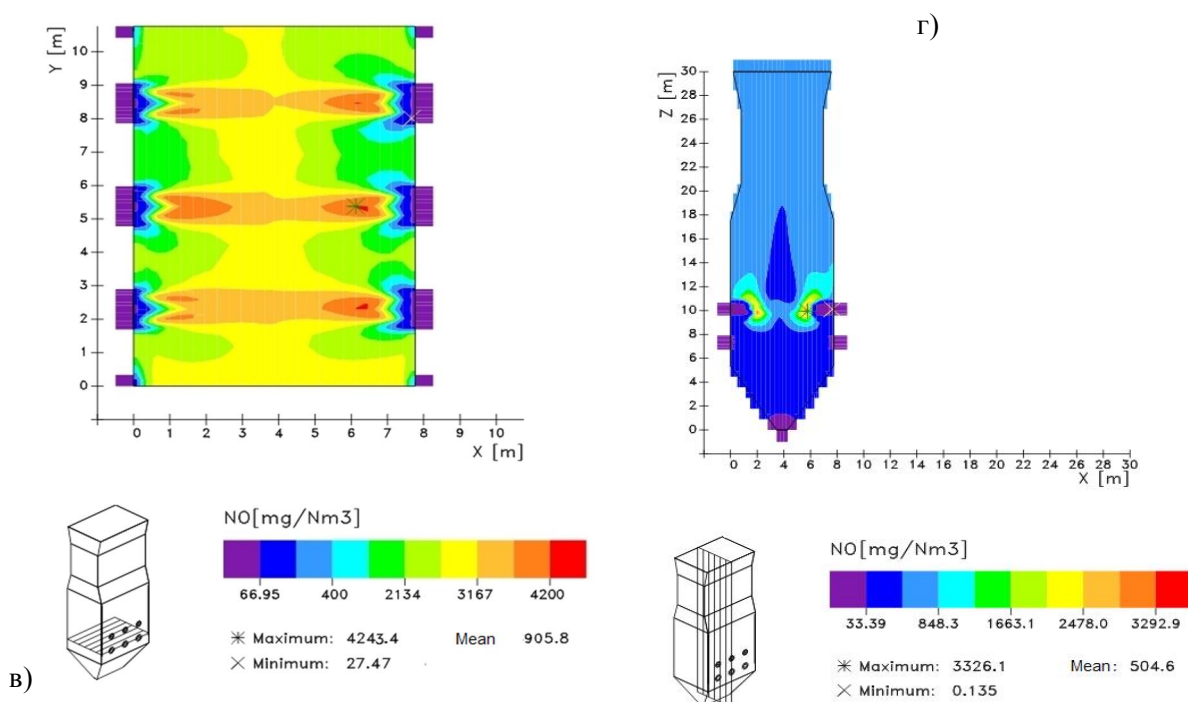


1, 3, 5 – традиционный режим сжигания угля; 2, 4, 6 – режим сжигания угля с плазменной активацией его в шести ПТС, максимальные, средние и минимальные значения соответственно, ● - эксперимент [8,9]

Рисунок 6 – Изменение концентраций диоксида углерода по высоте камеры сгорания



Традиционное сжигание угля



Сжигание угля, активированного в шести ПТС

Рисунок 7 – Распределение концентрации оксидов азота в поперечном сечении на уровне расположения ПТС и по высоте камеры сгорания

В таблице 1 приведены результаты моделирования двух сравниваемых вариантов: традиционного горения угля и горения угля, поддерживаемого плазмой. Сравнение расчетных данных с экспериментальными (данные, взятые в круглые скобки в таблице 1) данными для традиционного сжигания угля [9] показывают удовлетворительное согласие. Разница между экспериментальными и расчетными значениями искомых величин не превышает 17%. Данные, приведенные в таблице 1, демонстрируют влияние плазменно-топливных систем на горение угля: уровень температур снижается на 9%, концентраций оксидов азота - на 11.5%, кислорода - на 14%, концентрация диоксида углерода увеличивается на 1,5%. Это показывает, что при поддерживаемом плазмой сжигании угля все основные характеристики процесса значительно улучшаются.

Таблица 1 - Сравнение характеристик отходящего газа на выходе камеры сгорания

	Традиционное сжигание угля (эксперимент)	Сжигание угля, поддерживаемое плазмой
T, °C	1220 (1180)	1110
NO _x , мг/нм ³	368	280
CO ₂ , кг/кг	0.185 (0.17)	0.188
O ₂ , кг/кг	3.18 10 ⁻² (3.5 10 ⁻²)	1.74 10 ⁻²

Анализ табличных данных полностью подтверждается экспериментальными [8-9] зависимостями температур, концентраций кислорода и диоксида углерода по высоте камеры сгорания котла, представленных ранее на рисунках 3, 4, 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное в работе исследование традиционного горения и горения, термохимически газифицированного при помощи ПТС топлива, показывает, что плазменная подготовка угля к сжиганию позволяет оптимизировать процесс, улучшить условия воспламенения и горения, минимизировать выбросы вредных веществ в атмосферу. Полученные результаты позволят сократить использование дорогостоящего жидкого и газообразного топлива, для розжига и стабилизации факела, существенно улучшить экологическую обстановку на угольных электростанциях за счет уменьшения вредных пылегазовых выбросов, создать высокоэффективную экологически чистую плазмохимическую технологию получения высокорекреационного топлива из казахстанских низкосортных твердых топлив.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Askarova A., Bolegenova S., Lavrisheva E., Messerle V., Ustimenko A. Improvement of Coals Combustion-Efficiency and Decrease of Harmful Emission under the Influence of Plasma// INCO-COPERNICUS-ICA2-CT-2001-2004.- №10006. – 117 P.
- 2 Аскарлова А.С., Болегенова С.А., Локтионова И.В., Лаврищева Е.И. Численное моделирование топочных процессов при горении высокозольного экибастузского угля// Теплофизика и аэромеханика, 2002,Т.9.-№4,СО РАН с.585-595.
- 3 Askarova A.S., Messerle V., Bolegenova S.A., Ustimenko A. Simulation of Coal Plasma Ignition and Combustion in a Furnace Chamber // Contributed papers of The 31st European Physical Society Conference on Plasma Physics Imperial College.- London: UK, 2004, july.- P.251-264.
- 4 Gorokhovski M., Karpenko E.I., Lockwood F.C., Messerle V.E., Trusov B.G. and Ustimenko A.B. Plasma Technologies for Solid Fuels: Experiment and Theory// Journal of the Energy Institute. - 2005.-№ 78 (4).- P. 157-171.
- 5 Аскарлова А.С., Мессерле В.Е., Карпенко В.Е., Устименко А.Б. Плазмохимическая активация горения твердых топлив // Химия высоких энергий. – 2006. – Т.40, №2. – С.141–148.

6 Аскарлова А.С., Мессерле В.Е., Карпенко Е.И., Устименко А.Б., Лаврищева Е.И., Болегенова С.А. Создание плазменно-топливных систем с целью повышения эффективности ТЭС и уменьшения вредных пылегазовых выбросов: отчет о НИР. - № 0106РК00636. - Алматы, 2009. – 46 с.

7 Аскарлова А.С., Мессерле В.Е., Нагибин А.О., Устименко А.Б. Горение пылеугольного факела в топке с плазменно-топливной системой // «Теплофизика и аэромеханика». - Новосибирск: Изд-во ИТ СО РАН, 2010. -Т.17, №3. - С.467 - 476.

8 Алияров Б.К. Освоение сжигания экибастузского угля на тепловых электростанциях. – Алматы: Фылым, 1996. – 272 с.

9 Алияров Б.К., Устименко Б.П., Бухман М.А. Разработка и внедрение вихревых трехканальных горелок на котлах П-39-2 Ермаковской ГРЭС //КазНИИЭ. - № Г.Р. 01910010550. – Алма-Ата, 1991. – 59 с.

**INFLUENCE OF BIOHUMUS ON GROWING
OF OF PINE (PINUS SYLVESTRIS) SEEDLINGS**

Maria A. Derbina

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk, 17,
Severnaya Dvina Emb.

Abstract

A Biohumus is this environmentally clean, bioactive organic fertilizer created by the method of processing of organic wastes by means of the red Californian worm. Bringing of him in soil normalizes development of processes peculiar to healthy soil. A fertilizer does not contain a pathogenic microflora, eggs of helminths, seed of weeds. Organic mass of biohumus is disinfected, in the process of receipt acquires a granular form and pleasant smell of earth. Fertilizer gradually and easily mastered by plants during all cycle of the development. Experimental researches showed, whatever the seedlings grown with addition of biohumus yielded in quality and to the height to the traditional mineral feed. An optimal variant is a tenstring chart of sowing of pine containing 1,5 kg/of m² of dry biohumus evenly brought in areally. Cited data, got in the process of growing of pine (pinus sylvestris) in the closed soil. Data are presented on the change of chemical composition of soil before and after bringing of biohumus.

Key words: *Biohumus, planting-stock, pinus sylvestris, nursery, closed rootage*

Гумус – это микробиологическое удобрение для почв. Биогумус – новое качественное органическое комплексное удобрение, продукт переработки органических отходов популяцией дождевого червя – ”Старатель. Содержит в сбалансированном сочетании целый комплекс необходимых питательных веществ и микроэлементов, ферменты, почвенные микроорганизмы, гуминовые вещества, витамины. В процессе переваривания мертвых органических отходов растительного и животного происхождения в пищеварительном канале червей формируются гумусовые вещества. В пищеварительном канале червей образуются комплексные соединения с минеральными компонентами почвы - гуматы. Гуматы (соли гуминовых кислот) лития, калия, натрия и аммония водорастворимы, а гуматы кальция, магния, а также тяжелых металлов образуют нерастворимые в воде соединения, которые долго сохраняются в почве в виде стабильных агрегатов (водостойких, гидрофильных и механически прочных). Они структурируют почву, делают ее водостойкой, водопроницаемой, воздухопроводной и плодородной. В копролитах червей естественных популяций содержится 11-15% гумуса на сухое вещество, а в копролитах культивируемых червей содержание гумуса вдвое больше и составляет от 25 до 35%. В каждом грамме копролитов содержится, более 50 млрд. микробных клеток. Копролиты являются центрами микробиологической активности в почве. В целом, биогумус представляет собой черную рассыпчатую и приятно пахнущую массу, обладающую следующими свойствами [3]:

- за счет своих биологических и физико-химических свойств, быстро восстанавливает естественное плодородие почвы, улучшает ее структуру;
- не обладает инертностью действия: растения, семена сразу реагируют на него, что определяется высоким содержанием элементов питания и их доступностью;

- сокращает сроки прорастания семян, ускоряет рост, сокращает сроки созревания плодов на 2-3 недели;
- обеспечивает крепкий иммунитет у растений, повышая их устойчивость к стрессовым ситуациям, неблагоприятным погодным условиям, бактериальным и гнилостным болезням;
- обеспечивает высокую приживаемость саженцев, оптимальный их рост;
- значительно повышает урожайность и улучшает вкусовые качества выращиваемой продукции;
- связывает в почве тяжелые металлы и радионуклиды, не дает растениям накапливать нитраты.

Ранее изучалось влияние биогумуса на сельскохозяйственные культуры. В лесном хозяйстве такие примеры отсутствуют, поэтому исследование влияния биогумуса на сеянцы хвойных пород представляет собой большой научный и практический интерес, а также теоретическую ценность.

В опытах, проведенных нами в Бобровском Лесопитомнике, исследовали тепличный субстрат, приготовленный из торфа с добавлением различных доз биогумуса. Микробиологический состав и свойства субстрата зависят от количества внесенного удобрения и технологии компостирования. В биогумусе аккумулировано большое количество макро- и микроэлементов, есть ростовые вещества, витамины, аминокислоты и полезная микрофлора. Так же он является гидрофильным, обладает высокой водостойкостью, влагоемкостью, механической прочностью. Благодаря высокому содержанию биологически активных веществ, ферментов, богатейшей микрофлоре биогумус обладает способностью реанимации «мертвых» почв. Биологически активные вещества, содержащиеся в биогумусе, снимают стресс у растений, значительно ускоряют приживаемость, повышают их устойчивость к заболеваниям, ускоряют вегетацию растений, увеличивают их урожайность на 30-70%. Биогумус может удерживать до 70 % воды и в 15-20 раз эффективнее любого органического удобрения. [3]

Изучаемый нами биогумус имеет следующий состав: сухого вещества – 40-60 %; гумуса – 10-12%; N – 0,9-3,0%; P – 1,3-2,5%; K – 1,2-2,5%, гуминовых кислот – 5,6 – 17,6 % на сухое вещество. Оценка действия биогумуса, которая проводилась нами в сравнении с другими органическими удобрениями, показала, что биогумус не только может с успехом их заменить, но и превосходит по эффективности действия.

Питательные элементы в биогумусе находятся в доступной для растений органической форме, он имеет зернистую структуру, стойкую к размыванию водой. В таблице 1 представлены данные о составе почвы, после внесения биогумуса и без него.

Таблица 1 Данные о составе почвы после внесения биогумуса и без него.

Определяемый показатель	Единица измерения	Результаты определения		
		Без биогумуса	биогумус	
			1, 5 кг	2 кг
рН солевой суспензии	рН	5,0	5,2	5,5
Подвижный фосфор	мг/кг	94	432	494
Подвижный калий	мг/кг	46	176	225
Общий азот	%	0,40	0,42	0,44

Совершенная безвредность биогумуса исключает опасность перенасыщения им почвы, поэтому нормировка доз внесения его может быть связана исключительно с наличием этого удобрения.

Наши исследования по изучению влияния биогумуса на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной, проводились в теплице с полезной площадью 100 м² по десятистрочной схеме посева. Теплицу закрывали полиэтиленовой пленкой в конце мая. Посев семян проводился 1-2 июня 2011 года. Нами были заложены 3 серии опытов по 5 пробных площадей, с различными дозами внесения биогумуса, и по одной контрольной площади без биогумуса. Перед посевом, в ледник на снегование был заложен 1 кг семян сосны обыкновенной. В теплице были подготовлены пробные площадки размером 1×1 м. На контрольную площадь были внесены минеральные удобрения. Так же в мае была внесена по всей площади известь в дозе 6 кг/100 м² на рассматриваемую площадь. Уходы за посевами проводились через каждые две недели после всходов сеянцев. Уходы включали в себя: полив и удаление сорной растительности. В таблице 2 представлена краткая характеристика пробных площадей. [1]

Таблица 2. Краткая характеристика пробных площадей.

Пробные площади	Дозы внесения удобрений	Количество сеянцев, шт**	Количество сеянцев, шт***	Высота, см	Диаметр корневой шейки, см
1	2	3	4	5	6
1	1,5 кг сухого биогумуса.	790	1543	10	0,2
2	1,5 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки	629	1332	9,8	0,2
3	1,0 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки, 0,5 кг сухого биогумуса замульчировано.	843	1329	9,7	0,15
4	1,0 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки, 1,0 кг сухого биогумуса замульчировано.	876	1364	9,9	0,2
5	2,0 кг сухого биогумуса	734	1398	9,6	0,15
6 к*	N- 0,013 F- 0,015 K- 0,012	670	1229	9,0	0,1
7	2,0 кг сухого биогумуса	734	1398	9,7	0,2
8	1,0 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки, 1,0 кг сухого биогумуса замульчировано.	875	1364	9,9	0,15
9	1,0 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки, 0,5 кг сухого биогумуса замульчировано.	848	1329	9,8	0,2
10	1,5 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки	629	1332	9,9	0,2
11	1,5 кг сухого биогумуса.	792	1540	10,1	0,2
12к*	N- 0,013 F- 0,015	670	1229	9,0	0,1

	К- 0,012				
13	1,5 кг сухого биогумуса.	792	1540	10,2	0,2
14	1,5 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки	629	1332	9,9	0,15
15	1,0 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки, 0,5 кг сухого биогумуса замульчировано.	848	1329	9,8	0,2
16	1,0 кг сухого биогумуса в углубленные бороздки, 1,0 кг сухого биогумуса замульчировано.	875	1364	9,9	0,15
17	2,0 кг сухого биогумуса	736	1399	9,9	0,2

Продолжение Таблицы 2

1	2	3	4	5	6
18к*	N- 0,013 F- 0,015 K- 0,012	678	1236	9,1	1,0

*контрольная площадь.

** Через 12 дней после посева

*** через 2,5 месяца после посева

На рисунках 1 и 2 представлены фотографии пробной площади №1 (наблюдаются самые высокие показатели) и контрольной площади соответственно.

Из рисунков видно, что количество сеянцев больше на рисунке 1, чем на рисунке 2. В росте сеянцы сосны обыкновенной на менее плодородных почвах отстают от таковых на площадях с внесенным биогумусом.

Через 12 дней после посева наблюдаются массовые всходы. Во время наблюдений нами было отмечено, что сорная растительность отсутствует на пробных площадях с биогумусом. На контрольной площадке была отмечена сорная растительность: горошек полевой, хвощ, лопух, мокрица, лебеда. Результаты статистической обработки представлены в таблице 3.

*Различие в высоте сеянцев по отношению с контролем доказано (показатель различия 2,0 ... 3,5). Минимальная вероятность правильности 0,99 (стандартное значение по критерию Стьюдента 2,7).

Данные таблицы 3 показывают, что лучшие показатели получены на пробной площади № 1, где высота сеянцев увеличилась на 60% и количество сеянцев на 20,3%. по отношению к контрольной площади.



Рис. 1 Фотография пробной площади №1

На рисунке представлен вариант посева сосны обыкновенной, по десяти строчной схеме. С добавлением сухого биогумуса, в дозировке 1,5 кг на 1 м² рассыпанного по всей площадке. Из рисунка видно, что рост и количество сеянцев сосны на более плодородной почве лучше.



Рис. 2 Фотография контрольной площади

Таблица 3 Количество семян и высота семян.

№ пробной площади	Количество семян, шт.	Средняя высота семян, М± мм	Достоверность среднего значения,	Среднее квадратичное отклонение по высоте, см	Коэффициент изменчивости	Точность опыта, Р %	Достоверность различия с контролем*
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1543	10,0±0,3	30	3,12	17	6,0	3,6
2	1332	9,8±0,2	30	2,96	17	6,0	4
3	1329	9,7±0,2	30	2,89	17	6,0	3,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
4	1364	9,9±0,2	34	3,39	15	6,9	4,5
5	1398	9,6±0,2	28	2,69	18	5,6	3
Контрольная площадь	1229	9,0±0,0	32	2,87	16	6,4	-
7	1398	9,7±0,2	30	3,12	17	6,0	3,5
8	1364	9,9±0,2	30	2,96	17	6,0	4,5
9	1329	9,8±0,2	30	2,89	17	6,0	4
10	1332	9,9±0,2	34	3,39	15	6,9	4,5
11	1540	10,1 ±0,3	28	2,69	18	5,6	3,7
Контрольная площадь	1229	9,0±0,0	32	2,87	16	6,4	-
13	1543	10,2±0,3	30	3,12	17	6,0	3,7
14	1332	9,9±0,2	30	2,96	17	6,0	4
15	1329	9,8±0,2	30	2,89	17	6,0	3,5
16	1364	9,9±0,2	34	3,39	15	6,9	4
17	1398	9,9±0,2	28	2,69	18	5,6	4
Контрольная площадь	1229	9,1±0,0	32	2,87	16	6,4	-

Следует отметить, что применение биогумуса статистически подтверждает вывод о том, что его применение существенно улучшает качественные показатели семян. И проверка

достоверности эффективности биогумуса на развитие сеянцев сосны проводилась по критерию Стьюдента. Результаты показали то, что созданные условия при выращивании посадочного материала с добавлением сухого биогумуса, существенно увеличивают их прирост в высоту, количеству и диаметру корневой шейки. Следовательно, увеличивается и выход стандартного посадочного материала.

Результаты исследования показывают, что сеянцы, с добавлением биогумуса по сравнению с выращенными при традиционном минеральном питании, имеют хорошо развитую надземную часть, превосходят контроль по основным показателям качества: высоте и количеству. Оптимальным вариантом является десятистрочная схема посева сосны обыкновенной содержащей 1,5 кг/м² сухого биогумуса равномерно внесенного по площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дербина М.А. Применение биогумуса при выращивании сосны обыкновенной // «Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка»: материалы Международной научно-технической конференции молодых учёных и специалистов/Под ред. Автор. СПбГЛТУ, 2011. С. 41-45 ISBN 978-5-9239-0406-2;
2. Иванова М.А., Сунгурова Н.Р. Влияние биогумуса на хвойные породы // Экологические проблемы Севера: Межвузовский сборник научных трудов/отв. Редактор П.А. Феклистов.– Архангельск: изд-во АГТУ, 2010.– Вып. 13.– С. 102 ISBN 5-261-00101-3;
3. Игонин А.М. «Дождевые черви. Как повысить плодородие почвы в десятки раз, используя дождевого червя «Старателя»». М.: Народное образование, НИИ школьных технологий, 2006. 192 с. ISBN 5-87953-248-8;

**ENVIRONMENTAL AUDIT: INSTRUMENT OF FORECASTING ACTIVITIES
OF THE WATER QUALITY FROM SURFACE WATER BODIES**

Irina Kantaeva

Novosibirsk State University

Pirogova str. 2 Novosibirsk, Russia

Abstract

Forecast is the basis of enterprising and management in every sphere, including nature preservation. The water quality of the surface-water bodies is the primary category of the human habitat and a supremely important factor for well being. The extensive environmental degradation, the increase of the anthropogenic load on watercourse and hydraulic facilities wear, lead to the essential water quality deterioration. The article in question offers an evaluation methodology for the System of Local Indicators of the efficiency of the environmental policy of a business entity, based on the environmental audit. This methodology provides the classification of the business entity in accordance with the environmental threat, and to forecast managerial decisions.

Key words: *Environmental Audit, the System of Local Indicators of the efficiency of the environmental policy, the water quality from surface water bodies.*

Очевидно, что всякое управленческое решение по своей природе является прогнозным. Следовательно, прогнозирование составляет фундаментальную основу предпринимательской и управленческой деятельности в любой сфере при выполнении любой из присущих функций, включая природоохранную. Прогнозирование осуществляется одновременно на базе: 1) интуитивной информации с использованием эвристических методов и воображения; 2) предметной информации и количественных данных; 3) логики и математических методов.

Каждый элемент экономической системы свободен в выборе методов управления на собственном уровне, но при этом существенно учитывать ограничения, формируемые внешней средой. Особое место в системе управления занимает экологический аудит – инструмент, включающий в себя организационно-экономические факторы защиты окружающей среды. Экологический аудит как независимая профессиональная экспертиза состояния и результатов функционирования хозяйствующего субъекта, направленная на установление степени его прямого или косвенного воздействия на окружающую среду, имеет одной из доминирующих целей прогнозирование и предотвращение аварийных сбросов, выбросов и техногенных катастроф, пагубно влияющих на экологическую ситуацию в регионе, стране, мире.

В данной статье предлагается методика анализа системы локальных индикаторов оценки эффективности природоохранной политики предприятия, полученной в результате экологического аудита, на основе которой выполнена классификация хозяйствующих субъектов по уровню экологической опасности предприятия и строятся прогнозные управленческие решения.

Объектом эколого-экономического анализа данной статьи является природно-хозяйственная система – поверхностные водные объекты (ПВО) г. Новосибирска. Поверхностные водные объекты государственного водного фонда Новосибирской области представлены водотоками (реки, ручьи и осушительные каналы в количестве более 7 тысяч) и водоемами

(водохранилище, озера, пруды, болота в количестве свыше 6 тысяч). Учитывая столь большую физическую протяженность и площадь поверхностных вод, возникла необходимость локализовать некоторый поверхностный водный объект г. Новосибирска, в качестве которого была выбрана река Ельцовка-2. Этот выбор обусловлен следующими соображениями.

Во-первых, по результатам мониторинга качество воды р. Обь, поступающей из Алтайского края в Новосибирскую область (створ Камень-на-Оби), хуже передаваемой из Новосибирской в Томскую область (створ Дубровино). Во-вторых, загрязнение вод реки Обь при прохождении г. Новосибирска (створы выше города и 9 км ниже города) не приводит к изменению класса качества. В-третьих, количество мельчайших и самых малых водотоков длиной менее 25 км составляет более 98 % от общего количества водотоков области, а именно к этой группе относится река Ельцовка-2 (14 км). Наконец, в-четвертых, малые реки г. Новосибирска характеризуются в устье 3-4 классом качества. На входе в город вода малых рек г. Новосибирска чище – 2-3 класс качества, то есть именно в водотоки данной группы и происходит сброс сточных вод большинства крупных промышленных предприятий нашего мегаполиса, что и служит причиной загрязнения малых рек.

Очевидно, что состояние водных ресурсов напрямую зависит от качества сбрасываемых сточных вод в водные объекты, от степени благоустройства территорий различного функционального назначения – селитебной, производственной, рекреационной. Водные объекты Новосибирской области испытывают значительное антропогенное воздействие, которое оценивается по обобщенным данным государственного статистического наблюдения об использовании воды по форме 2-ТП (водхоз). В таблице 1 приведены данные по Новосибирской области о количестве отчитывающихся по форме 2-ТП (водхоз) организаций-водопользователей.

Таблица 1. Предприятия г. Новосибирска, отчитывающиеся по форме 2-ТП (водхоз)

Годы	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Количество организаций-водопользователей отчитывающихся по форме 2-ТП (водхоз)	809	804	820	822	802	444

С 2010 года антропогенное воздействие оценивается по новой ГИС информационно-аналитической системе статистической обработки сведений об использовании воды по форме федерального статистического наблюдения № 2-ТП (водхоз), утвержденной приказом Росстата от 19.10.2009 № 230. Как следует из таблицы 1, количество отчитывающихся организаций-водопользователей по форме 2-ТП (водхоз) составило в 2010 году – 444 (2009 г. – 802), что объясняется, главным образом, не представлением отчетов организаций отрасли «Сельское хозяйство», что значительно снижает достоверность информации, прогнозов, и, как следствие, эффективность природоохранных мер.

Остановимся на общей характеристике динамики сбросов и качества сбрасываемых сточных вод в водные объекты согласно официальной статистике, которая отражена на рисунке 1.

Анализ данных за последние 6 лет, представленных на рисунке 1, позволяет сделать вывод о недостаточной эффективности природоохранной политики и достоверности прогнозирования, в частности, последствий аварийных сбросов в водотоки. Проведем некоторые дополнительные исследования, для этого определим структуру (%) загрязненных стоков в общей массе сброса в поверхностные водные объекты Новосибирска и построим поле рассеяния (рис. 2). Затем

построим две линии тренда: линейную и кубическую с прогнозом вперед на три года. Линейная регрессия моделирует ситуацию с пессимистичным прогнозом – рост удельного веса загрязненных вод в общем объеме сброса, а кубический полином прогнозирует с оптимизмом – снижение рассматриваемого параметра.



Рис. 1. Динамика сброса в поверхностные водные объекты Новосибирска

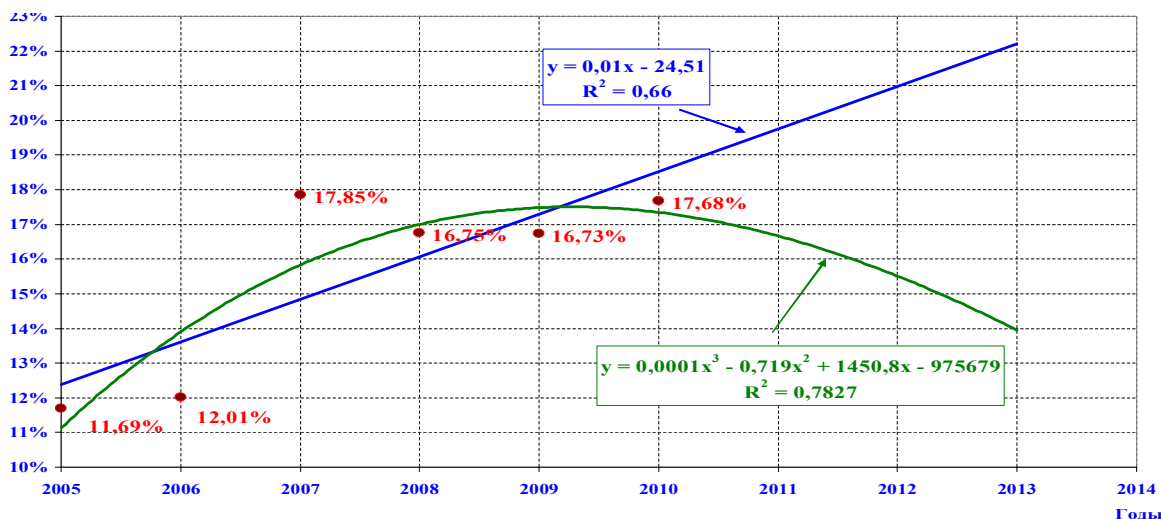


Рис. 2. Моделирование параметра «удельный вес загрязненных вод в общем объеме сброса»

Очевидно, что достоверным прогнозом будет являться осреднение обеих моделей с весовыми множителями, обусловленными уровнем значимости моделей. Принимая во внимание, что коэффициент детерминации для линейной модели $R^2 = 0,66$, а для полиномиальной – $R^2 = 0,78$, весовые множители будут соответственно 0,4 и 0,6.

Простое осреднение и осреднение с весами дает следующие прогнозы, которые хорошо согласуются с имеющимися данными и предполагающими статичность ситуации:

Таблица 2. Прогноз параметра «удельный вес загрязненных вод в общем объеме сброса (%)»

Осреднение		Осреднение с весами	
2012 год	2013 год	2012 год	2013 год
18,2%	18,1%	17,64	17,28

Оценка состояния загрязненности поверхностных вод и определение тенденции изменения по сравнению с предыдущим годом, проводится на основе статистической обработки результатов химических анализов в соответствии с программой «Гидрохимик ПК» и показателей комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод, рассчитываемых по программе «UKISV – сеть» в соответствии с РД 52.24.643 – 2002. В качестве меры загрязненности вод используется удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) – относительный комплексный показатель степени загрязненности поверхностных вод.

Приведем выдержки из данных отчетов Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области за 2005-2010 годы по водному объекту р. Ельцовка-2, представленные в таблице 3.

Таблица 3. Динамика УКИЗВ и класса качества воды р. Ельцовка-2

Год	УКИЗВ	Класс качества
2005	3,66	3 «Б» - очень загрязненная
2006	4,04	4 «А» - грязная
2007	6,95	4 «В» - очень грязная
2008	5,95	4 «Б» - грязная
2009	6,18	4 «В» - очень грязная
2010	5,58	4 «Б» - грязная

Одним из главных недостатков существующих ныне систем мониторинга качества поверхностных водных объектов, которые отражаются в ежегодных отчетах Департамента, является анонимность ответственных за ухудшение экологической ситуации. По мнению автора, экологический аудит и публичная отчетность по нему могут устранить этот существенный недостаток, придавая адресность ответственности за экологические нарушения. Для этого целесообразно использование в практике экологического аудита системы индикаторов оценки эффективности природоохранной политики. Среди предприятий, осуществляющих сброс сточных вод в реку Ельцовка-2 можно назвать такие крупные хозяйствующие субъекты: 1) Новосибирский приборостроительный завод; 2) Завод полупроводниковых приборов; 3) Электровакуумный завод; 4) Завод "Экран"; 5) ТЭЦ - 4; 6) ПО "Север"; 7) Завод Промстальконструкция.

Несмотря на то, что в последние годы наметилась тенденция сокращения сброса сточных вод в данный ПВО, в целом динамика уровня загрязнения реки Ельцовка-2, представленная в таблице 3 по данным ГУ Новосибирский ЦГМС-РСМЦ, весьма неутешительна.

Рассмотрим методику определения класса экологической опасности предприятия, изложенную на модельных данных. Сформируем таблицу коэффициентов системы индикаторов эффективности природоохранной политики К1-К12 (таблица 4)

Таблица 4. Коэффициенты индикаторов эффективности природоохранной политики предприятий, осуществляющих сброс в р. Ельцовка-2

Предприятие	Инновационная эффективность			Организационная эффективность			Экологическая эффективность			Ресурсосберегающая эффективность		
	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	К8	К9	К10	К11	К12
Предприятие 1	0,255	0,783	0,252	0,108	0,985	0,693	0,254	0,242	0,671	0,331	0,154	0,303
Предприятие 2	0,995	0,207	0,876	0,243	0,881	0,392	0,695	0,323	0,851	0,317	0,832	0,449
Предприятие 3	0,129	0,084	0,305	0,021	0,720	0,826	0,147	0,274	0,842	0,415	0,183	0,087
Предприятие 4	0,333	0,011	0,152	0,136	0,701	0,456	0,990	0,312	0,409	0,372	0,927	0,011
Предприятие 5	0,097	0,341	0,468	0,381	0,684	0,479	0,638	0,285	0,269	0,064	0,281	0,280
Предприятие 6	0,656	0,855	0,471	0,816	0,809	0,492	0,896	0,302	0,116	0,076	0,740	0,139
Предприятие 7	0,650	0,625	0,089	0,552	0,975	0,485	0,111	0,168	0,766	0,614	0,070	0,137

Далее анализ выполняется в соответствие со следующим алгоритмом:

1. Сделать мультипликативную свертку коэффициентов, ввести 4 обобщенных критерия: Инновационная эффективность, Организационная эффективность, Экологическая эффективность, Ресурсосберегающая эффективность.
2. Ввести экспертные оценки, ранжирующие их значимость, по ним вычислить весовые множители уровня ранга коэффициента.
3. Вычислить суперкритерий эффективности природоохранной политики фирмы S,
4. Ввести классификацию предприятий по уровню суперкритерия.

В результате шагов 1-3 получим следующие значения коэффициентов (таблица 5).

Таблица 5. Расчет мультикритериев S_1 и суперкритерия S

Предприятие	S_1	S_2	S_3	S_4	S
Предприятие 1	0,497	0,698	0,437	0,274	0,505
Предприятие 2	0,775	0,574	0,661	0,576	0,623
Предприятие 3	0,197	0,633	0,518	0,267	0,424
Предприятие 4	0,211	0,489	0,644	0,577	0,475
Предприятие 5	0,339	0,530	0,432	0,232	0,393
Предприятие 6	0,679	0,722	0,550	0,437	0,611
Предприятие 7	0,523	0,705	0,457	0,365	0,542
Веса мультикритериев	0,2	0,4	0,1	0,3	

Далее введем классификацию предприятий по уровню экологической опасности:

Таблица 6. Классификация предприятия по интервалу суперкритерия S

Интервал мультикритерия S	Класс опасности	Характеристика класса экологической опасности предприятия
[0,90 – 1,0)	I	Эталонное предприятие, предельно низкие риски загрязнения ПВО
[0,75 – 0,90)	II	Высокая экологичность, пониженные риски загрязнения ПВО
[0,55 – 0,75)	III	Средняя экологичность, средние риски загрязнения ПВО
[0,3 – 0,55)	IV	Низкая экологичность, повышенные риски загрязнения ПВО
(0 – 0,3)	V	Деятельность предприятия предельно опасна для экологии ПВО

Класс опасности убывает с ростом суперкритерия S . Номер класса растет с ростом суперкритерия.

Проведем стратификацию рассматриваемых предприятий в зависимости от вычисленного значения суперкритерия

Таблица 7. Определение класса экологической опасности предприятия

Предприятие	S	Класс	Характеристика класса экологической опасности предприятия
Предприятие 1	0,505	IV	Низкая экологичность, повышенные риски загрязнения ПВО
Предприятие 2	0,623	III	Средняя экологичность, средние риски загрязнения ПВО
Предприятие 3	0,424	IV	Низкая экологичность, повышенные риски загрязнения ПВО

Предприятие 4	0,475	IV	Низкая экологичность, повышенные риски загрязнения ПВО
Предприятие 5	0,393	IV	Низкая экологичность, повышенные риски загрязнения ПВО
Предприятие 6	0,611	III	Средняя экологичность, средние риски загрязнения ПВО
Предприятие 7	0,542	III	Средняя экологичность, средние риски загрязнения ПВО

Анализ данных, полученных в таблице 7, позволяет сделать вывод, что ситуация с уровнем эффективности природоохранных мероприятий рассмотренных предприятий на модельных данных имеет характер, близкий к критическому, и требует значительного изменения уровня их экологичности.

В рамках предложенной автором модели прогнозирования динамики уровня загрязнения ПВО г. Новосибирска в зависимости от результатов экологического аудита в качестве дальнейшего вектора исследований автор предлагает меры дифференцированного экологического налогового воздействия на хозяйствующие субъекты в зависимости от класса экологической опасности предприятия. Также необходимо выявление связи между полученным суперкритерием эффективности природоохранной политики и уровнем загрязнения сточных вод по отчетности предприятия по форме 2-ТП (водхоз).

REFERENCES

Государственный доклад *О состоянии окружающей среды Новосибирской области в 2008 году*, Новосибирск, 2009.

Государственный доклад *О состоянии окружающей среды Новосибирской области в 2010 году*, Новосибирск, 2011.

Филобокова Л.Ю. 2008, 'Экологический аудит: методические подходы к управлению и оценке эффективности природоохранной политики' *Экономический анализ: теория и практика*, № 17, сс.,34-45

Huffman, LM 1996, 'Processing whey protein for use as a food Journal article ingredient', *Food Technology*, vol. 50, no. 2, pp. 49-52.

International Organization for Standardization 1982, *Steels - for Standardization 1982) classification - part 1: classification of steels into unalloyed Standard and alloy steels based on chemical composition*, ISO 4948-1:1982, International Organization for Standardization, Geneva.

The state report *On a state of environment of the Novosibirsk region in 2008*, Novosibirsk, 2009. (Русский)

The state report *On a state of environment of the Novosibirsk region in 2010*, Novosibirsk, 2011.(Русский)

Filobokova L.J. 2008 'Environmental Audit: Methodical approaches to management and an estimation of efficiency of a nature protection policy. The Economic Analysis: the theory and practice, 2008, 17, s.34-45 (Русский)

**ESTIMATION OF SPECIES DIVERSITY OF INVERTEBRATES
AND THE ESTABLISHMENT OF THEIR ECOLOGICAL GROUPS
IN THE MEADOWS OF THE FOREST ZONE**

Leonora I. Khotko

«Scientific-practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for biological resources»,

Akademicheskaya str., 27, Minsk, 20072, Belarus

Abstract

The differences are established between invertebrates living on the floodplain and upland meadows in the forest zone. The differences relate to species diversity, abundance, structure and dynamics of predatory complexes of soil invertebrates. This is expressed in the depleted species composition and lower indicators of population number in upland meadows. The dominant species vary in composition and dominance degree. The field group and zoophages take leading position as by the species abundance and by the population one on all types of meadows.

Key words: invertebrates, meadows, forest zone, species diversity, abundance, dominant species.

1. ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях особую актуальность приобретает проблема разработки научных основ инвентаризации и оценки биологических ресурсов территории. Особое значение такие исследования приобретают в условиях Беларуси – промышленно и аграрно-развитого государства, так как при значительной антропогенной нагрузке на природные комплексы, оценка ресурсов играет важную роль в сохранении генофонда биологического разнообразия. Сохранение и знание разнообразия беспозвоночных и поддержание устойчивости их сообществ – одно из приоритетных направлений в современной зоологии. Беспозвоночные животные занимают ведущее место по зоомассе и численности в составе ценоза. В общей сложности на долю беспозвоночных приходится около 70 % общего числа видов всех животных Земного шара. Объектами питания многих видов нередко оказываются виды насекомых, вредящие сельскохозяйственным и лесным растениям, что позволяет использовать их в биологической защите растений. Полученные нами результаты также дополняют сведения о фауне беспозвоночных животных центральной части Беларуси, что важно с точки зрения инвентаризации и сохранения биоразнообразия этого региона, расположенного в центре Европы.

2. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель состоит в выявлении разнообразия, структуры и динамики хищных комплексов беспозвоночных животных в почве и на почве на пойменных и суходольных лугах центральной части Беларуси, расположенной в лесной зоне.

3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлись напочвенные и почвенные беспозвоночные, обитающие на лугах разных типов. Наиболее подробно исследованы жужелицы, как самая многочисленная в видовом и количественном отношении группа жесткокрылых.

Чтобы на результатах исследований не отразились сезонные изменения в составе и численности беспозвоночных, пробы в течение вегетационного периода отбирали через каждые 2 недели. Беспозвоночных собирали методами, принятыми в зоологических исследованиях для напочвенных беспозвоночных – почвенными ловушками. Степень экологического сходства изучаемых типов лугов по комплексам беспозвоночных рассчитывали по Л. Груайя (Gruia, 1980):

$$\frac{\sqrt{c(a+b)} \cdot 100P_{sc}}{2ab}$$

где c – число общих видов; a и b – число видов в сравниваемых сообществах; P_{sc} – сумма меньших из двух показателей обилия каждого вида.

Степень относительной биотопической приуроченности вида определяли по отношению разницы между долей вида в том или ином биотопе и его долей во всех исследованных местообитаниях к сумме этих долей (Песенко, 1982).

Типы ареалов выделены по системе Городкова (1984).

Степень доминирования видов рассчитывали по В.Ф. Палию (1982).

За время исследований обработано 5198 ловушко-суток, определено 20 779 напочвенных обитателей.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общая численность напочвенных беспозвоночных за вегетационный период изменяется на пойменных лугах от 1272 экз./100 л.с. в мае до 176 экз./100 л.с. в июле-августе. Наибольшую численность составляют пауки (213 экз./100 л.с.) и жужелицы (211 экз./100 л.с.), стафилинид в 1,6 раза меньше, чем жужелиц.

Жужелицы – наиболее многочисленное по видовому составу, численности и представительности семейство жесткокрылых. Они составляют третью часть всех собранных беспозвоночных.

4.1 Жужелицы на пойменных лугах

Всего на пойменных лугах собрано 7244 экземпляра жужелиц. Они представлены 83 видами из 30 родов, среди которых преобладают *Amara* (15 видов), *Pterostichus* и *Harpalus* (по 9), *Carabus* (6), *Vembidion*, *Calathus* и *Agonum* (по 5 видов), что весьма характерно для лесной зоны. Обращает на себя внимание наличие в фауне пойменных лугов большого количества родов (19 родов, 63 %), представленных всего одним видом. Здесь доминируют 2 вида (таблица 1).

Выявлено 3 субдоминантных вида – *Amara aenea*, *Loricera pilicornis*, *Harpalus rufipes*. Среди дополнительных видов *Carabus nemoralis* и *Calathus fuscipes*. Остальные 76 видов являются редкими или представлены единичными экземплярами.

Особенности биотопического распределения и отношение к влажности – важные экологические характеристики видов. По их сходству жужелиц объединяют в экологические группы.

Таблица 1

Видовой состав и степень доминирования (%) видов жуужелиц на пойменных лугах лесной зоны

№ п/п	Виды	Степень доминирования, %
1.	<i>Poecilus cupreus</i> (L.)	57,6
2.	<i>Bembidion properans</i> (Steph.)	12,9
3.	<i>Amara aenea</i> (Deg.)	7,7
4.	<i>Loricera pilicornis</i> (F.)	4,6
5.	<i>Harpalus rufipes</i> (Deg.)	4,2
6.	<i>Carabus nemoralis</i> Müll.	1,3
7.	<i>Calathus fuscipes</i> (Gz.)	1,0

Для каждого из общих видов изученных сообществ выявлен комплекс характерных видов, включающих таксоны, с высокой степенью (более 0,50) приуроченности к биотопу (таблица 2).

Таблица 2

Степень биотопической приуроченности жуужелиц на разных типах лугов в лесной зоне

Виды	Луга	
	пойменные	суходольные
<i>Nebria rufescens</i> (Ström)	-0,25	0,51
<i>Carabus hortensis</i> L.	-0,25	0,51
<i>Loricera pilicornis</i> (F.)	0,08	-0,92
<i>Clivina fossor</i> (L.)	0,06	-0,48
<i>Dyschiriodes globosus</i> Hbst.	-0,46	0,61
<i>Epaphius secalis</i> (Pk.)	-0,91	0,72
<i>Asaphidion flavipes</i> (L.)	0,03	-0,17
<i>Bembidion lampros</i> (Hbst.)	-0,86	0,28
<i>B. properans</i> (Steph.)	0,09	-0,97
<i>B. quadrimaculatum</i> (L.)	-0,13	0,36
<i>Poecilus cupreus</i> (L.)	0,09	-0,95
<i>Pterostichus diligens</i> (Sturm)	-0,25	0,51
<i>Calathus fuscipes</i> (Gz.)	-0,04	0,16
<i>C. ambiguus</i> (Pk.)	-0,25	0,51
<i>C. erratus</i> (Sahlb.)	-0,54	0,64
<i>C. melanocephalus</i> (L.)	-0,72	0,67
<i>Amara plebeja</i> (Gyll.)	-0,18	0,43

<i>A. aenea</i> (Deg.)	0,08	-0,92
<i>A. communis</i> (Pz.)	-0,91	0,70
<i>A. famelica</i> Zimm.	-0,07	0,26
<i>A. ovata</i> (F.)	-0,25	0,51
<i>A. similata</i> (Gyll.)	-0,25	0,51
<i>A. spreta</i> Dejean	-0,71	0,67
<i>A. tibialis</i> (Pk.)	-0,25	0,51
<i>A. bifrons</i> (Gyll.)	0,01	-0,06
<i>A. apricaria</i> (Pk.)	0,005	-0,009
<i>A. majuscula</i> (Chaud.)	-0,54	0,64
<i>Anisodactylus binotatus</i> (F.)	-0,02	0,08
<i>Bradycellus caucasicus</i> (Chaud.)	-0,94	0,70
<i>Harpalus rufipes</i> (Deg.)	0,02	-0,14
<i>H. tardus</i> (Pz.)	-0,25	0,51
<i>H. smaragdinus</i> (Duft.)	-0,16	0,71
<i>H. affinis</i> (Schr.)	0,08	-0,81

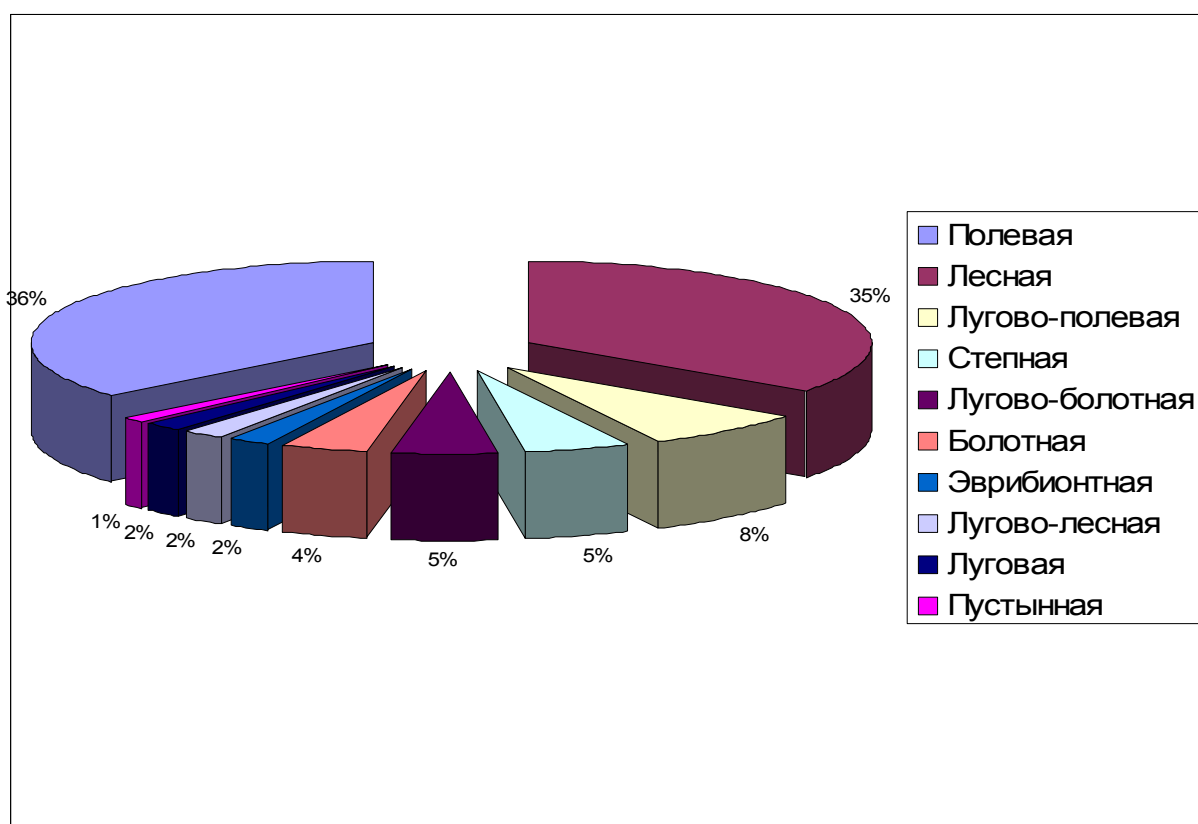


Рис. 1. Обилие (%) экологических групп жуелиц на пойменных лугах в лесной зоне

На пойменных лугах характерные виды не выделены, в основном это случайные виды. Достаточно много (28 %) видов с отрицательной биотопической приуроченностью, что свидетельствует о нестабильном видовом составе жужелиц на пойменных лугах, часто подвергающихся антропогенному воздействию.

Экологическая структура населения жужелиц, выделенная по биотопическому преферендуму на пойменных лугах, включает 10 групп. Самая многочисленная полевая (36 %), не отстает от нее лесная (35 %), что объясняется присутствием лесов вокруг пойменного луга (рисунок 1).

Типично луговых видов мало и они занимают 9-е место, что согласуется с отсутствием характерных видов для пойменных лугов. Группа лугово-полевых видов немногочисленна, в которую входит 7 видов, причем 1 вид (*Poecilus cupreus*) относится к числу доминантов населения пойменных лугов.

Среди пустынной экологической группы оказался лишь 1 вид – *Anchomenus dorsalis* (Pont.) – не заходящий в своем распространении в таёжную зону и не характерный для неё и попавший на пойменные луга, очевидно, случайно. Среди степных 4 вида – *Calathus halensis* (Schall.), *Agonum muelleri* (Hbst.), *Harpalus anxius* (Duft.) и *Badister sodalist* (Duft.). Также выделяется группа видов, примерно с равной долей вероятности встречающихся во всех типах открытых ассоциаций и не проявляющих предпочтений ни к одной из них - *Clivina fossor*, *Bembidion properans*, *Amara plebeja*, *Amara famelica*, *Amara apricaria*, *Harpalus rufipes*.

Соотношение числа видов и численности жужелиц экологических групп может различаться на разных пойменных лугах.

По трофической специализации среди жужелиц на пойменных лугах выделено два класса жизненных форм – зоофаги (89 %) и виды со смешанным типом питания - миксофитофаги (11 %), которые подразделяются на 9 групп (таблица 3)

Таблица 3

Относительная численность жизненных форм жужелиц на пойменных лугах в лесной зоне

№ п/п	Зоофаги, группы	Обилие, %	№ п/п	Миксофитофаги, группы	Обилие, %
1.	обитатели подстилки	39	8.	обитатели растений, подстилки, скважин почвы и специализированные к фитофагии	5
2.	обитатели толщи почвы и травостоя	22	8	обитатели подстилки и скважин почвы	4
3.	Обитатели поверхности почвы	11	9.	обитатели растений и зарывающиеся в почву, фитофаги со смешанным типом питания	2
4	обитатели поверхности почвы и подстилки	6			
5	скрытоживущие обитатели под-стилки	5			

6	обитатели почвы, роющие	4			
7	обитатели растений, подстилки, скважин почвы и специализированные к фитофагии	2			

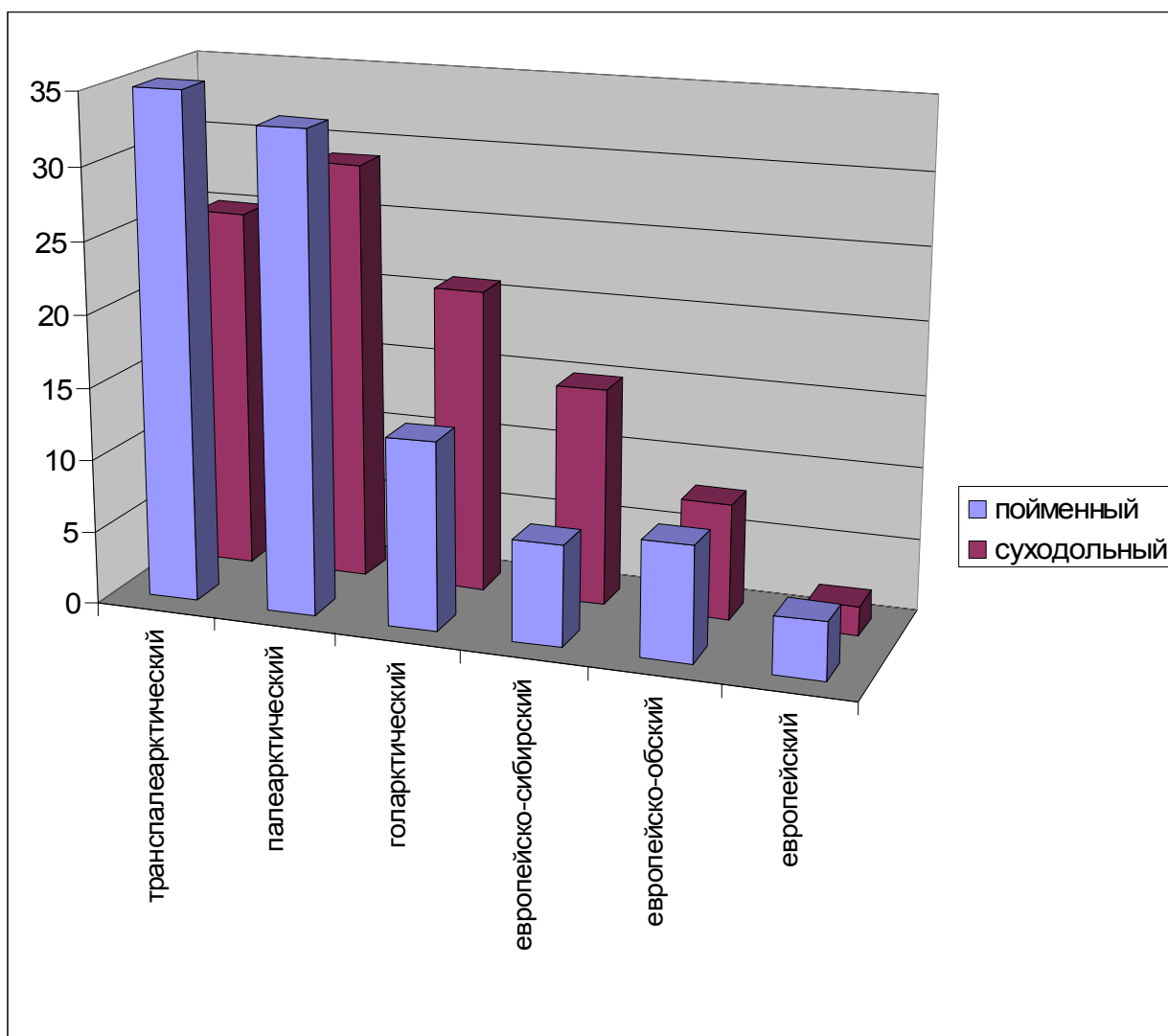


Рис.2. Обилие (%) видов различных географических элементов жужелиц на пойменных и суходольных лугах в лесной зоне

Зоофаги подразделяются на 7 групп и занимают более разнообразные ярусы в биоценозах по сравнению с классом, способным к питанию растительной пищей и являющимся для жужелиц

вторичным, производным от зоофагов. Среди последних преобладают обитатели подстилки, что соответствует образу жизни жужелиц.

Среди миксофитофагов на пойменных лугах встречаются 2 группы. Самая многочисленная из них - обитатели растений, подстилки, скважин почвы и специализированные к фитофагии (5 %).

Ареалы жужелиц, зарегистрированных на пойменных и суходольных лугах объединены в 6 групп (рисунок 2).

На пойменных лугах 81 % видового состава составляют широко распространенные виды. Из них доминируют транспалеарктические и палеарктические. Меньшую часть фауны (19 %) составляют виды, связанные с европейской частью. Доминируют в этой группе жужелицы с европейско-обскими ареалами. Шесть видов объединены в группу европейско-сибирских. Остальные 3 вида описаны из наших сборов как европейские.

4.2 Жужелицы на суходольных лугах

Общая численность напочвенных беспозвоночных за вегетационный период на суходольных лугах в среднем составляет 328 экз./100 л.с. Среди жесткокрылых по численности преобладают жужелицы 113 экз./100 л.с., долгоносики – 88 экз./100 л.с. и стафилиниды 68 экз./100 л.с.

Всего на суходольных лугах собрано 1223 экземпляра жужелиц. Они представлены 48 видами из 20 родов, среди которых преобладают *Amara* (18 видов), роды *Harpalus*, *Bembidion* и *Calathus* составляют по 4 вида.

В видовом составе жужелиц суходольного луга присутствует 70 % родов, представленных 1 видом (14 родов). Это можно считать свидетельством миграционного, «осколочного» характера изученной нами фауны, что, вероятно, связано с относительной «молодостью» ландшафтов и активными процессами фауногенеза.

По численности доминируют 2 вида - *Epaphius secalis* и *Calathus melanocephalus*. Субдоминантами являются также 2 вида - *Bradycellus caucasicus* и *Amara municipalis*. Дополнительных видов довольно большое количество, всего их 6. Это *Harpalus rufipes*, *Amara communis*, *Dyschiriodes globosus*, *Amara ingenua* и *Calathus fuscipes*, *Poecilus cupreus*. (таблица 4). Остальные 28 видов принадлежат к редким.

Таблица 4

Видовой состав и степень доминирования (%) видов жужелиц на суходольных лугах в лесной зоне

№ п/п	Виды	Степень доминирования, %
1.	<i>Epaphius secalis</i> Pk.	39,9
2.	<i>Calathus melanocephalus</i> L.	26,0
3.	<i>Bradycellus caucasicus</i> Chaud.	6,3
4.	<i>Amara municipalis</i> Duft.	5,9
5.	<i>Harpalus rufipes</i> (Deg.)	3,0
6.	<i>Amara communis</i> (Pz.)	2,0
7.	<i>Dyschiriodes globosus</i> Hbst.	1,5
8.	<i>Amara ingenua</i> (Duft.)	1,4

9.	<i>Calathus fuscipes</i> (Gz)	1,4
10.	<i>Poecilus cupreus</i> (L)	1,3

Наиболее богаты комплексы характерных видов на суходольных лугах. Интересно отметить, что на суходольных лугах отмечено 17 характерных видов, что составляет 35 % общего количества видов на этих лугах (см. таблицу 2). Преобладает комплекс полевых видов. Комплекс характерных лесных видов на суходольных лугах небогат (15 видов), но степень приуроченности этих видов, как правило, высока - *Nebria rufescens*, *Eraphius secalis*, *Calathus erratus*, *Bradycellus caucasicus* и другие. Все характерные виды не играют существенной ценотической роли, практически не входят в состав доминантного комплекса, кроме 1 вида – *Calathus melanocephalus*.

Экологические группы жуужелиц на суходольных лугах довольно разнообразны и насчитывают 6 групп (рисунок 3).

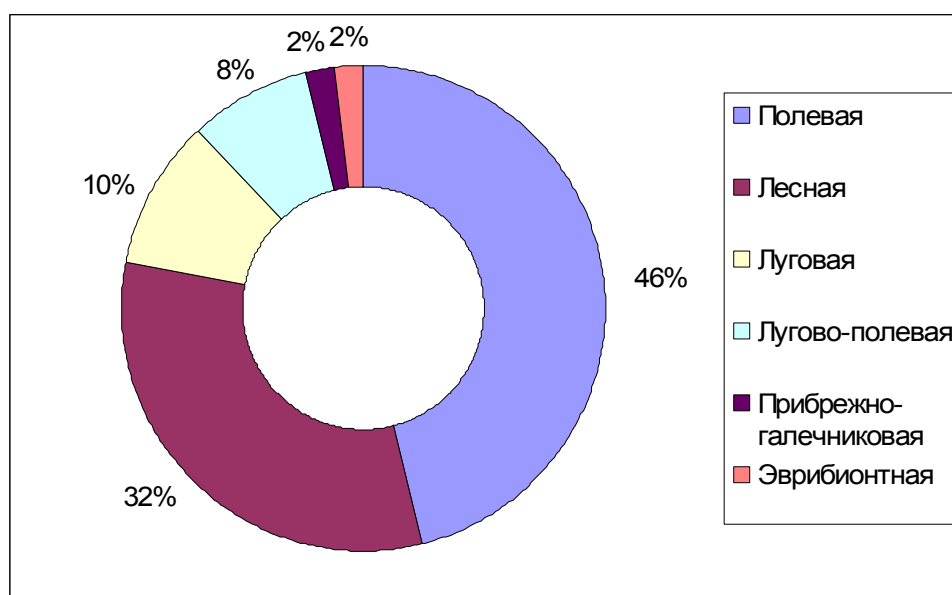


Рис. 3. Обилие (%) экологических групп жуужелиц на суходольных лугах в лесной зоне

Самая многочисленная полевая группа. Комплекс характерных лесных видов на суходольных лугах небогат (17 видов), но степень приуроченности этих видов, как правило, высокая - *Nebria rufescens*, *Eraphius secalis*, *Calathus erratus*, *Bradycellus caucasicus* и другие. Здесь не встречены степная, лугово-болотная и болотная группы по сравнению с пойменными лугами. Насчет отсутствия болотных групп, наверное, это связано с тем, что весной, на пойменных лугах, при разливе реки, почва на более или менее длительное время затопливается водой. На суходольных лугах такого не наблюдается. Прибрежно-галечниковая группа оказалась здесь случайно. По численности соотношение экологических групп несколько иное (таблица 5).

Таблица 5

Количество экземпляров и обилие (%) экологических групп жужелиц на суходольных лугах в лесной зоне

№ п/п	Экологические группы	Количество экземпляров	Обилие, %
1.	Лесная	914	75
2.	Полевая	153	13
3.	Луговая	94	8
4.	Лугово-полевая	41	3
5.	Эврибионтная	17	1
6.	Прибрежно-галечниковая	1	+

По трофической специализации среди жужелиц на суходольных лугах выделено также два класса жизненных форм – зоофаги (75 %) и миксофитофаги (25 %), которые подразделяются на 11 групп (таблица 6).

Таблица 6

Относительная численность жизненных форм жужелиц на суходольных лугах в лесной зоне

№ п/п	Зоофаги, группы	Обилие, %	№ п/п	Миксофитофаги, группы	Обилие, %
1.	Обитатели поверхности почвы	27	9.	Гарпалоидные фитофаги со смешанным типом питания, лазающие по растениям и активно зарывающиеся в почву	13
2.	обитатели подстилки и скважин почвы	21	10.	Малоспециализированные к фитофаги жужелицы, питающиеся разлагающимися растительными и животными остатками	10
3.	Обитатели скважин почвы и поверхностно-подстилочные	6	11.	обитатели растений, подстилки, скважин почвы и специализированные к фитофагии	2
4.	обитатели поверхности почвы	6			
5.	Обитатели почвы	5		е	
6.	Обитатели подстилки и растений	4			
7.	обитатели подстилки	4			
8.	Подстильно-почвенные, зарывающиеся обитатели подстилки, скважин и полостей почвы	2			

Зоофаги подразделяются на 8 групп и занимают более разнообразные ярусы в биоценозах по сравнению с классом, способным к питанию растительной пищей.

Среди зоофагов преобладают обитатели поверхности почвы, что соответствует образу жизни жужелиц.

Среди класса миксофитофагов на суходольных лугах встречаются 3 группы. Самая многочисленная из них – гарпалоидные фитофаги со смешанным типом питания, лазающие по растениям и активно зарывающиеся в почву (13 %).

На суходольных лугах отмечены те же 6 групп ареалов, что и на пойменных лугах, но они несколько разнятся по количеству видов и численности. Широко распространенные виды составляют здесь 75 % видового состава. Доминируют палеаркты, несколько меньше голарктов (21 %). 25 % составляют виды распространенные в европейской части. В этой группе доминируют европейско-сибирские виды. Четыре вида объединены в группу европейско-обских видов и лишь 1 вид – в группу европейских.

4.3 Сравнительный анализ жужелиц на пойменных и суходольных лугах

Установлено, что наиболее богатое население напочвенного яруса отмечено на пойменных (1272 экз./м²) по сравнению с суходольными лугами. Соответственно (в 1,9 раза) меньше численность жужелиц и стафилинид. Видовое богатство герпетобия обоих типов лугов достоверно не различается (83 – 48 видов).

Смена видов-доминантов на лугах выражена достаточно четко. На разных типах лугов доминируют по 2 различных в видовом отношении вида. Летнее и осеннее население характеризуется большим набором доминантных видов (5 видов) и невысокой степенью доминирования каждого из них, причем состав доминантного комплекса относительно постоянен в отношении четырех первых видов - *Poecilus cupreus*, *Bembidion properans*, *Amara aenea* и *Harpalus rufipes*. Пятый вид меняется с *Loricera pilicornis* летом на *Calathus fuscipes* осенью. Весеннее население несбалансированно. Из трех доминирующих видов отмечен один высокообильный вид *Poecilus cupreus* (79 %).

Обитатели поверхности почвы обоих типов лугов одинаковые по видовому богатству (50 % и 33 %). Спектр фоновых видов во всех биотопах имеют много общего.

Сравнением соотношения представителей различных географических элементов на пойменных и суходольных лугах установлено, что везде преобладают широко распространенные виды. Среди европейских видов на пойменных лугах преобладают виды, не доходящие до Сибири, а на суходольных – виды, заходящие за Западную Сибирь.

Особенности экологической структуры наиболее отчетливо выявляются в процессе сравнительного анализа показателя экологического сходства. Характерно низкое экологическое сходство комплексов жужелиц пойменного и суходольного луга (24 %).

Изменение в последние годы климата привело к значительному изменению структуры растительного покрова, что отражается и на животном населении. Основными факторами, определяющими распределение жужелиц на лугах, выступают условия питания, теплообеспеченности и влажности. В свою очередь эти факторы в сильной мере зависят от особенностей рельефа и растительного покрова. Жужелицы, будучи группой, сильно зависимой от температуры и влажности, равно как и от структуры растительного покрова, чутко реагируют на подобные изменения.

Полученные результаты подтверждают возможность использования жужелиц в качестве индикаторной группы при изучении влияния макроклиматических изменений на луга различного типа.

Нами ранее установлено, что жужелицы по площади лугов размещаются агрегациями, а внутри агрегаций, как и сами агрегации, распределяются случайно (Хотько, 1993).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, видовой состав и численность беспозвоночных на суходольных лугах отличались от зооценотических показателей беспозвоночных на пойменных лугах обедненным видовым составом и более низкими показателями численности.

Видовой состав жужелиц на пойменных лугах лесной зоны насчитывает 83 вида, 30 родов, среди которых преобладают *Amara* (15 видов), *Pterostichus* и *Harpalus* (по 9), *Carabus* (6), *Bembidion*, *Calathus* и *Agonum* (по 5 видов), что весьма характерно для лесной зоны. На суходольных лугах отмечено 48 видов жужелиц 20 родов, среди которых преобладают *Amara* (18 видов), роды *Harpalus*, *Bembidion* и *Calathus* составляют по 4 вида.

Численность жужелиц на суходольных лугах по сравнению с пойменными была ниже в 5 раз, стафилинид в 2 раза, а численность пауков сохранялась на том же уровне.

Доминантные виды на всех лугах различаются по видовому составу. На пойменных лугах доминируют *Poecilus cupreus*, *Bembidion properans*, *Amara aenea*, *Harpalus rufipes*, *Loricera pilicornis*, *Calathus fuscipes*, на суходольных - *Eraphius secalis* и *Calathus melanocephalus*.

Сравнительный анализ структуры доминантов указывает на наличие ярко выраженной специфичности в степени доминирования различных видов как на пойменных, так и на суходольных лугах. При этом не наблюдается отсутствия доминирующих видов в других типах лугов. Например, *Eraphius secalis* является на суходольных лугах доминирующим видом, а на пойменных редким. Аналогичная закономерность характерна для *Calathus melanocephalus*. Не существует видов, доминирующих на всех типах лугов. При этом необходимо иметь в виду, что в связи с многолетними колебаниями численности жужелиц, которые, возможно, связаны с циклами солнечной активности, структура доминантов в одних и тех же биотопах может меняться. К примеру, в 80-х годах прошлого века на суходольных лугах доминировали *Eraphius secalis*, *Calathus melanocephalus*, *C. fuscipes*, *Synuchus vivalis*. В настоящее время в число доминантов входят только 2 первых вида. *Calathus fuscipes* является редким, а *Synuchus vivalis* в последние годы вообще не выявлен. Доминирующие виды принадлежат к широко распространенным зоогеографическим группам, но отличаются по экологическому преференту, половина которых принадлежит к полевым видам.

Второе место по числу видов и численному обилию на всех типах лугов занимает лесная группа, численное обилие которой уменьшается к суходольному лугу.

Степень экологического сходства между жужелицами пойменных и суходольных лугов составляет меньше половины видов (24 %), что является доказательством разного происхождения и экологических условий обитания видов.

По видовому обилию на всех лугах преобладают зоофаги. Из миксофитофагов на пойменных лугах наибольшее численное обилие характерно группе специализированных к фитофагии видов, хорошо лазающих по растениям и укрывающихся в подстилке и скважинах почвы, а на суходольных лугах – наиболее специализированные фитофаги, как облигатные, так и со смешанным типом питания, хорошо лазающие и способные активно зарываться в почву.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gruia L. Un nouvel indice écologique de similarité. *Hidrobiologia (RSR)*. 1980; 16. 19-26.
2. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. (Москва). Наука 1982; 287.
3. Городков К.Б. Типы ареалов насекомых тундры лесных зон Европейской части СССР. Ленинград. 1984; 28-11.
4. Палий В.Ф. Фауна вредных земляных блошек СССР (Прогноз по численности и меры борьбы). Фрунзе. АН Киргизской ССР 1961; 101.
5. Хотько Э.И. Почвенная фауна Беларуси. Ред. акад. Л.М. Сушня. (Минск). Наука и техника 1993; 252-42.

**MORPHOFUNCTIONAL ALTERATIONS IN RAT HIPPOCAMPUS
AT HYPERCORTICOID CONDITIONS**

Sergey F. Zinchuk¹, Valentina G. Zinchuk¹, Rinat A. Mukhamadiarov²

¹Department of pathology, Kemerovo medical academy, Kemerovo, Russia
650029, Russia, Kemerovo, Voroshilova-street, 22-a

²Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases under the
Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences
650002, Russia, Kemerovo, Sosnoviy bulvar, 6

Abstract

Hippocampus reaction upon experimental hypercorticism in rats was studied. Hypercorticism was modeled by hydrocortisone intramuscular injections in single doses of 5mg/100 gr per body weight (research material was taken in 1, 4 and 24 hours after having been injected) and by hydrocortisone intramuscular injections within 3 and 7 days at the same daily dosage (research material was taken in 24 hours after the last injection having been made). In hippocampus tissue homogenate noradrenaline, dopamine, serotonin and corticoliberin concentrations were determined. Hippocampus morphological study was made by light microscopy (Hematoxylin and Eosin (H&E) Staining and Einarson gallocyanin-chrome alum staining) and electron microscopy methods.

Characteristic alteration of biogenic amines in hippocampus tissue in hypercorticotid states, characterized by noradrenaline and serotonin levels decrease and dopamine level increase. Morphological hippocampus alterations were characterized by pycnomorphic neurons number decrease mainly in CA3 and CA4 regions.

Key words: hypercorticotid conditions, hippocampus, hydrocortisone.

1. ВВЕДЕНИЕ

В связи с прессингом техногенных и социальных факторов на организм человека в современном быстроменяющемся мире актуальными являются исследования, направленные на выяснение механизмов адаптации человека и обоснование на этих знаниях, с одной стороны защитных программ, снижающих негативные последствия этого прессинга, с другой на обоснование и создание технологий лечения, направленных на коррекцию возникающих нарушений.

Глюкокортикоидные гормоны – кортизол у человека и кортикостерон у крыс, являются ведущим звеном в реализации реакции стресса, через которую реализуется большинство адаптивных реакций организма. Именно увеличение уровня обеспеченности организма кортикостероидами позволяет преодолеть повреждающие воздействия на организм. При этом показано, что длительный избыток данных гормонов в крови индуцирует ряд повреждений в различных органах и системах (Гончаров Н.П., Колесников Г.С., 2002). Одними из первых вовлекаются в эти реакции нервная система и её центральное звено – лимбическая система мозга (Емельянов Н.А., Герасимов И.А., 1990) и сердечно – сосудистая система. В первом случае, глюкокортикоидные гормоны, воздействуя на мозг, с одной стороны, модифицируют поведение человека и животных делая его адекватным для возникающей ситуации, с другой

стороны, запускают каскад управляемых регуляторных реакций, обеспечивающих обменные и пластические процессы во внутренних органах и системах и позволяющих им работать в экстренном мобилизационном режиме. Во втором случае, стероидные гормоны, обладая мощными прессорными свойствами, повышают артериальное давление крови, что позволяет за единицу времени увеличить перфузию различных органов и систем. При хронизации стрессорных реакций это приводит к формированию гипертонической болезни и резко повышается в перспективе риск развития сосудистых катастроф в виде инфарктов и инсультов.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Программа и объекты исследования

Работа выполнена на 284 крысах-самцах линии Вистар с массой тела 190-220 граммов. Все животные содержались в стандартных условиях вивария по 5-7 особей в клетке при смешанном освещении. Потребление корма составляло не менее 40 граммов на крысу в сутки и воды - по потребности. Животные, использованные в экспериментах, были предварительно адаптированы к обстановке вивария и контакту с людьми на протяжении 30 суток.

Было проведено 2 серии экспериментов. В первой серии экспериментов гидрокортизон ацетат вводили однократно внутримышечно в дозе 5 мг на 100 граммов массы тела и забирали материал для исследования через 1, 4 и 24 часа после инъекции. Животным второй экспериментальной модели гидрокортизон ацетат вводили в вышеуказанной дозе в режиме один раз в сутки в течение 3 и 7 суток и забирали материал для исследования через 24 часа после заключительной инъекции.

Контролем во всех сериях экспериментов служили интактные животные и крысы, которым вводили эквивалентное количество физиологического раствора внутримышечно параллельно с введением гидрокортизона подопытным животным.

2.2. Определение концентраций нейромедиаторов и кортиколиберина в гомогенатах ткани гиппокампа

Определение норадреналина и дофамина проводили радиоэнзимным, а серотонина и кортиколиберина радиоизотопными методами с помощью коммерческих тест-систем. Кортиколиберин из гомогенатов экстрагировали раствором этилового спирта подкисленного соляной кислотой.

2.3. Методы световой микроскопии

Для световой микроскопии мозг крыс извлекали и фиксировали в 10% нейтральном формалине, далее обезживали в спиртах восходящих концентраций, хлороформе и заключали в парафин. Серийные фронтальные срезы полученные при микротомии окрашивали гематоксилин-эозином и галлоцианин-хромовыми квасцами по Эйнарсону.

2.4. Ультроструктурные исследования

Для электронно-микроскопических исследований после одномоментной декапитации извлекали мозг, выделяя гиппокамп, фиксировали в 3% растворе глутарового альдегида на какодилатном буфере и дофиксировали в 1% растворе тетраоксида осмия на фосфатном буфере. После обезживания в восходящих концентрациях этанола и ацетона кусочки тканей заключали в аралдит, далее ультратомировали на ультратоме LKB-Nova (Швеция), контрастировали в 2,5% растворе уралаила ацетата и цитрата свинца приготовленного по Reynolds (Уикли Б., 1975). Просмотр и фотографирование препаратов проводили с помощью

электронных микроскопах ПЭМ-100 (НПО Электрон, Украина) и JEM-100С (JEOL, Япония) при ускоряющем напряжении 80 кВ.

2.5. Методы статистической обработки

Весь полученный цифровой материал обрабатывали методами вариационной статистики. Для статистического анализа использовался пакет прикладных программ Statistica (версия 6.1). Статистическая обработка информации строилась с учётом характера распределения полученных данных. Характер распределения переменных величин в рассматриваемых совокупностях определялся с помощью критериев нормальности Колмогорова-Смирнова и Лиллиефорса. При определении различий между двумя совокупностями использовали t-критерий Стьюдента.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены данные определения концентраций нейромедиаторов и кортиколиберина в ткани гиппокампа. Концентрация серотонина статистически значимо снижалась через 1 и 4 часа после однократного введения гидрокортизона, а также при длительном введении в течение 3 и 7 суток. Снижение уровня норадреналина в условиях гиперкортицизма сопровождалось накоплением в ткани дофамина. Наибольшее его содержание отмечалось через 1 и 4 часа после однократного введения и при введении в течение 7 суток. Учитывая данные литературы о том, что дофамин в гиппокампе является основным предшественником синтеза норадреналина (Мошков Д.А., 1985), можно предположить, что в данном случае нарушается процесс превращения дофамина в норадреналин.

Нами так же показано, что концентрация иммунореактивного кортиколиберина существенно увеличивалась в гиппокампе после введения гидрокортизона через 4 часа при однократном введении и при длительном введении в течение 3 и 7 суток.

При сопоставлении ранее полученных нами результатов с результатами других авторов, использовавших данную экспериментальную модель гиперкортицизма, следует отметить следующее. Однократное введение гидрокортизона в дозе 5 мг на 100 граммов массы тела у крыс приводит к максимальному увеличению в крови концентрации глюкокортикоидов через 2-3 часа после инъекции, а к концу первых суток их концентрация возвращается к исходным значениям. Именно в эти сроки в наших экспериментах отмечается существенное снижение серотонина и норадреналина при одновременном накоплении дофамина и кортиколиберина в ткани гиппокампа, что свидетельствует о согласованной реакции гиппокампа на изменение баланса кортикостероидов в организме.

Морфологическое исследование на светооптическом уровне показало, что при введении гидрокортизона в пирамидальном слое гиппокампа через 1 час после введения наблюдается появление тёмных и пикноморфных клеток, количество которых возрастает через 4 часа. При длительном введении гормона в течение 3 и 7 суток возрастает, как число пикноморфных клеток, так и отмечается очаговая их локализация в полях СА3 и СА4.

Таблица 1. Характеристика изменений концентраций нейромедиаторов и кортиколиберина при моделировании гиперкортикоидных состояний у крыс

Экспериментальные группы и сроки взятия материала	Концентрация норадреналина пг/мг ткани	Концентрация дофамина пг/мг ткани	Концентрация серотонина пг/мг ткани	Концентрация кортиколиберина пг/мг ткани
	M±m	M±m	M±m	M±m
Интактные животные	2811,58±461,12	13,04±3,32	57,5±5,05	0,56±0,36
Введение физиологического раствора	1625,93±510,31	13,75±2,51	54,61±6,26	0,54±0,43
Однократное введение гидрокортизона:				
Через 1 час после введения	597,20±200,5**	40,57±5,86**	24,86±3,07**	0,66±0,04
Через 4 часа после введения	459,73±159,06**	25,77±6,36	34,8±3,99**	0,98±0,14*
Через 24 часа после введения	359,23±87,67**	18,28±4,61	43,77±6,14	0,75±0,10
Длительное введение гидрокортизона:				
В течение 3 суток	802,94±471,41*	11,73±1,81	39,76±6,07*	0,92±0,05**
В течении 7 суток	281,47±78,25**	51,13±12,17	33,11±3,32**	0,91±0,07**

Примечание: при сравнении с показателями у интактных животных:

* - Различия статистически значимы $P \leq 0,05$

** - Различия статистически значимы $P \leq 0,01$

При электронной микроскопии пирамидальных нейронов через 1 час после однократного введения гидрокортизона часть клеток имеют более электронноплотную цитоплазму. Ядра клеток этих нейронов приобретают неправильную форму, ядрышки увеличиваются в размерах и становятся рыхлыми. Отмечаются цистернообразное расширение перинуклеарного пространства в кариолемме. В цитоплазме уменьшается количество свободных рибосом, которые часто агрегируются в крупные комплексы. В митохондриях тёмных клеток отмечаются признаки набухания и разрушения крист. Наибольшие изменения на этом сроке опыта отмечаются в синапсах: они опустошены, синаптические митохондрии в них имеют более электронноплотный матрикс, часть синаптических везикул увеличивается в размерах и зачастую агрегируется в комплексы. Спустя 4 часа после введения гидрокортизона в телах тёмных пирамидальных нейронов отмечаются более существенные изменения: цитоплазматический матрикс деструктурирован. Резко уменьшается количество полирибосом, расширения эндоплазматического ретикулаума часто образуют цистерны, увеличивается в клетках количество лизосом и осмиефильных мультивезикулярных телец. Иногда встречаются нейроны, имеющие признаки дегенерации. В группе животных через 24 часа после инъекции гормона отмечается тенденция к нормализации ультраструктурной картины нейронов, хотя сохраняются отдельные нейроны с признаками дегенерации.

Реакцию пирамидальных нейронов при длительном ежедневном введении гидрокортизона можно разделить на 2 типа. В первом случае наблюдается электронноплотная цитоплазма, гипертрофия органоидов (эндоплазматического ретикулаума, большое количество полирибосом, гипертрофия комплекса Гольджи, характеризующаяся, как увеличением числа везикул, так и увеличением их размеров). В митохондриях этих клеток отмечаются множественные

разрушения крист. Ядра этих клеток имеют неправильную форму со множественными инвагинациями, перинуклеарное пространство расширено, хроматин плотный расположен глыбками по периферии ядра. Во втором случае цитоплазматический матрикс нейронов просветлён, содержит множество фрагментов органелл и нейрофиламентов. В полях СА3 и СА4 нейроны второго типа составляют большинство клеток. Синапсы при длительном введении либо опустошены, либо содержат крупные везикулы или их агрегаты.

Таким образом, экспериментальное нарушение баланса кортикостероидов в организме приводит к структурным изменениям в синапсах и нейронах, наблюдаемые в основном в полях СА3 и СА4. Данные дегенеративные процессы могут являться структурной основой наблюдаемых в клинике нейропсихических нарушений при синдроме Иценко-Кушинга и при длительной терапии глюкокортикоидами. Такое предположение правомочно, поскольку известно, что гиппокамп является центральным звеном лимбической системы, и играет важную роль в формировании памяти, сна, эмоций (Виноградова О.С., 1975; Абдуллаходжаева М.С., Утепов Я.Ю., 1981).

4.ВЫВОДЫ

1. Гиппокамп является глюкокортикоид-чувствительной структурой лимбической системы мозга, которая активно вовлекается в реакцию организма на изменение баланса кортикостероидов.
2. При введении гидрокортизона содержание биогенных аминов в гиппокампе изменяется в динамике. Как однократное введение в дозе 5 мг на 100 граммов массы тела, так и длительное введение приводят к существенному понижению уровней серотонина и норадреналина при одновременном накоплении дофамина.
3. Повышение уровня кортикостероидов в крови приводит к накоплению иммунореактивного кортиколиберина в гиппокампе.
4. Гиперкортикоидные состояния сопровождаются появлением большого количества пикноморфных и дегенерирующих нейронов, преимущественно в полях СА3-СА4 гиппокампа. Дегенерация пирамидных нейронов сопровождается выраженными ультраструктурными признаками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаходжаева М.С., Утепов Я.Ю. (1981) Атлас. Ультраструктура гиппокампа в норме и патологии.-Ташкент., Медицина УзССР, 171 с.
2. Виноградова О.С.(1975) Гиппокамп и память.-М., Наука, 333 с.
3. Гончаров Н.П., Колесников Г.С. (2002) Кортикостероиды: метаболизм, механизм действия и клиническое применение.-М., Адамант, 176 с.
4. Емельянов Н.А., Герасимова И.А. (1990) Кортикостероиды и обмен веществ в мозгу.-Л.,Наука, 124 с.
5. Мошков Д.А. (1985) Адаптация и ультраструктура нейрона.-М., Наука, 200 с.
6. Уикли Б. (1975) Электронная микроскопия для начинающих.-М., Мир, 324 с.

NATURAL HAZARDS OF HYDRAULIC STRUCTURES IN YAKUTIA

Galina P. Struchkova¹, Tamara A. Kapitonova¹, Alexey I. Levin²

¹The V.P. Larionov's Institute of Physical and Technical Problems of the North
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences

²The Yakut Scientific Center Siberian Branch of Russian Academy of Sciences
677 980, Yakutsk, Russia, E-mail: g.p.struchkova@iptpn.ysn.ru

Abstract

Safety of hydraulic works is urgent for all territories due to the potential danger of major accidents and anthropogenic disasters in the issue of failures and malfunctions. The investigation of potentially dangerous hydraulic works existing and projected on the territory of the Sakha Republic (Yakutia), the assessment of territorial risks and the effect of natural and anthropogenic factors on hydraulic works will make it possible to prevent industrial accidents and disasters as well as to identify areas of probable defeat.

Key words: *hydraulic works, гидротехнические сооружения, ice-clogging phenomena, ice cover, reservoirs, GIS technology, risk maps.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Вопросы мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС), оценки потенциальных природных и техногенных рисков критически важных объектов, в том числе гидротехнических сооружений приобретают острую актуальность в настоящее время в Якутии, на территории которой ведется интенсивная реализация мегапроектов: строительство магистрального нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан, железной дороги Беркакит-Якутск-Магадан, гидроэлектростанций (ГЭС) на реках Тимптон и Учур и других.

В России в настоящее время проводятся систематические фундаментальные и прикладные исследования, вышел ряд отечественных норм и правил по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений (ГТС), в соответствии с которыми требуется проведение анализа и оценки риска аварий. За рубежом в последние годы разработаны и опубликованы ряд нормативно-методических документов, научных трудов, относящихся к безопасности гидротехнических сооружений. Международный Комитет по большим плотинам (ICOLD) проводит большую работу по формированию концепции и общих положений процедуры анализа и оценки риска аварий гидротехнических сооружений.

Проведенный анализ действующей в России нормативно-технической базы в области обеспечения безопасности гидротехнических сооружений выявил следующие недостатки (Rozhansky, Sharikova 2006):

- терминологическая основа по вопросам обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, представленная в нормативных документах, имеет существенные различия в части применяемых терминов и определений, в том числе имеются расхождения с Федеральными законами (Водный Кодекс РФ, Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений»);

- в нормативно-технических документах практически не регламентированы требования к гидротехническим сооружениям в период их эксплуатации, большинство требований к безопасности гидротехнических сооружений приведены в общем виде, без регламентирующих параметров;
- имеют место различия в методологических подходах и основных положениях нормативных документов отдельных ведомств по определению критериев безопасности гидротехнических сооружений, а также по выбору диагностических показателей и методам оценки состояния гидротехнических сооружений.

Гидротехнические сооружения – это инженерные сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов или для борьбы с разрушительным действием воды, или для хранения (захоронения) [радиоактивных](#), токсичных и других отвалных [отходов](#) обогащения [полезных ископаемых](#), именуемых хвостами. В зависимости от высоты плотины их делят на низконапорные (до 10м), средненапорные (от 10 до 50м) и высоконапорные (свыше 50м). В зависимости же от использованных строительных материалов плотины бывают – бетонные, железобетонные, гравитационные, контрфорсные, арочные, каменные, грунтовые (дамбы и т.п.), деревянные. Чрезвычайную опасность представляют аварии и разрушения больших плотин и водохранилищ, т.к. с увеличением высоты плотин и объемов водохранилищ повышается степень риска, которому подвергаются население, хозяйственные и природные объекты в нижнем бьефе (Lyapichev 2008).

2. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ЯКУТИИ

На территории Республики Саха (Якутия) зарегистрировано 187 гидротехнических сооружений, из которых поднадзорных Минтопэнерго России 8 ГТС, Госгортехнадзору 9 ГТС, Министерству природных ресурсов Российской Федерации - 9 ГТС, сельскохозяйственного назначения 161. Состояние гидротехнических сооружений оценивается ниже удовлетворительного. Срок их эксплуатации от 3 до 38 лет. К наиболее опасным в экологическом отношении объектам относятся 3 хвостохранилища: Депутатского ГОКа, Куларской золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ) поселка Кулар в Усть-Янском районе, Нежданинской ЗИФ в Томпонском районе. Только в хвостохранилище Нежданинской ЗИФ накоплено 2,5 млн. т хвостов и 2,59 т ртути и других тяжелых металлов (мышьяк, хром, кобальт, свинец и др.). При прорыве дамб этих гидроузлов может быть нанесен непредсказуемый экологический ущерб рекам Наттик, Бургаат, Омолой, Дупутатка, Иргичээн и Индигирка.

Основным производителем электроэнергии (более 90%) в Западно-Якутском энергорайоне (ЗЯЭР) является каскад Вилюйских гидроэлектростанций 1, 2, 3, расположенных на реке Вилюй - левом притоке реки Лены, рис.1. Электростанции были введены в эксплуатацию поочередно в 1967-1976 гг. Вилюйская ГЭС состоит из двух станций ГЭС-1 и ГЭС-2 и имеет установленную мощность 680 МВт (8 агрегатов по 85 тыс. кВт.), при этом гарантированная выработка электроэнергии - 2300 млн. кВт-ч. Средняя выработка электроэнергии за последние годы составила 2670 млн. кВт, рис.2.

С вводом в эксплуатацию строящейся ГЭС-3, которая находится ниже по течению, общая мощность каскада увеличится на 360 МВт. Гарантированная выработка электроэнергии при изолированной работе станции составляет около 2.1 млрд. кВт-ч в год. Каскад Вилюйских ГЭС является основным источником энергообеспечения Западного энергетического района, в который входят Мирнинский, Айхало-Удачнинский и Ленский промышленные узлы. Огромную роль в безопасной эксплуатации ГТС для конкретных регионов играет прогноз

опасных природных явлений, предсказание силы, частоты, характера и зоны распространения стихийных бедствий и связанных с ними аварий и катастроф.

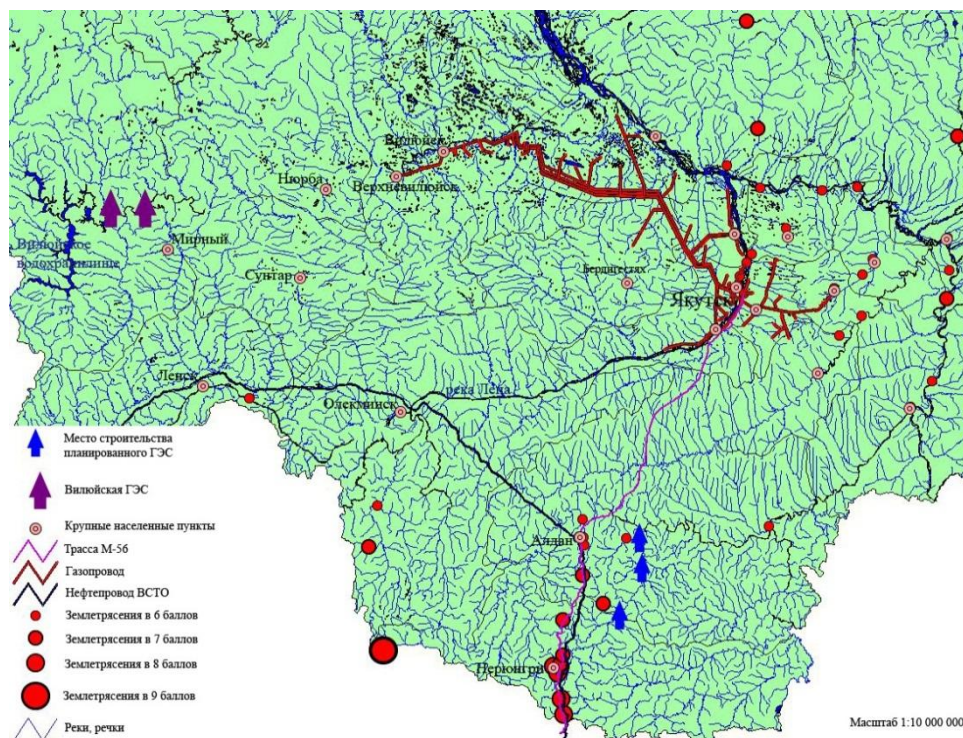


Рис.1. Схема расположения каскадов существующих и планируемых ГЭС и сейсмоактивности на территории республики.

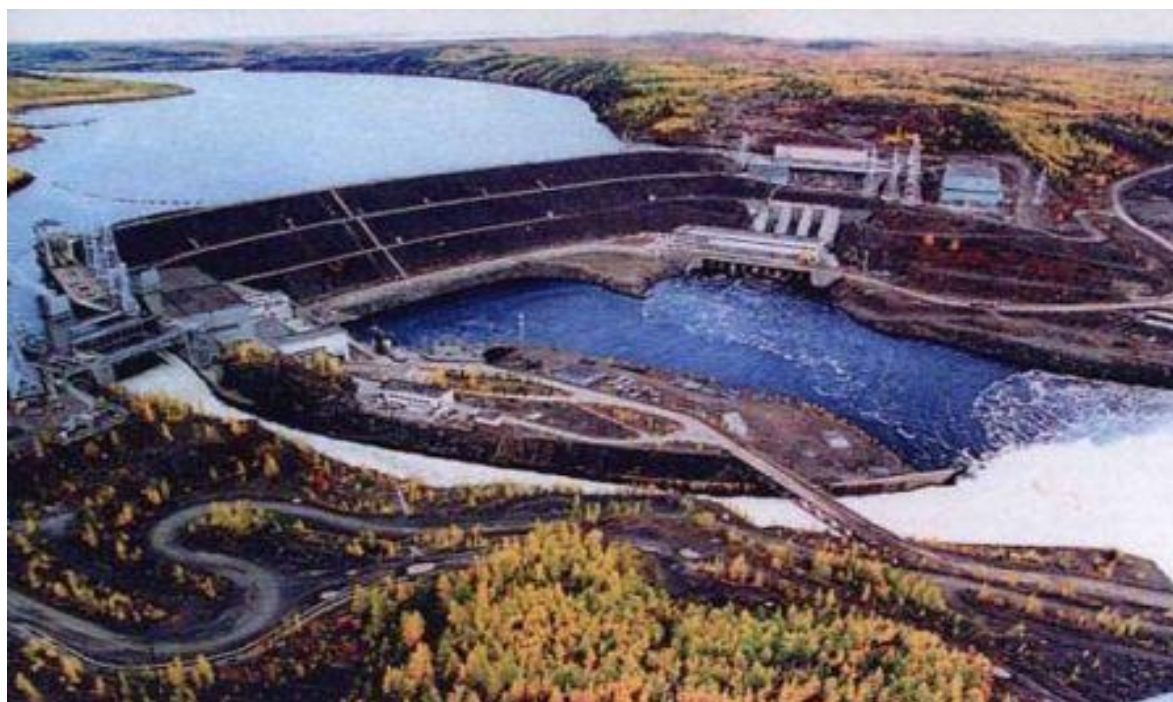


Рис.2 Вилюйская ГЭС1-2

Особенностью гидротехнических сооружений является то, что они эксплуатируются в условиях постоянного взаимодействия с водной средой, которая оказывает на них силовое (механическое), физико-химическое и биологическое воздействия. Гидростатическое и гидродинамическое давление воды является основной нагрузкой большинства гидротехнических сооружений, определяющей их размеры и формы.

Ледоход во время весенних паводков также может производить статическое и динамическое давление. Физико-химическое действие воды сказывается на материале сооружения и на водонепроницаемом грунте основания, металлические части подвергаются коррозии. Биологическое действие сказывается в разрушительной деятельности живущих в воде различных микроорганизмов.

2. ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА ЧС НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ СЕВЕРА

Как показывает практика эксплуатации гидротехнических сооружений в условиях Севера, аварии и отказы оборудования, обусловленных опасными природными явлениями или геотехническими факторами влекут за собой значительные последствия, особенностями которых являются:

- долговременное разрушение ГТС, что влечет дефицит электроэнергии и спад производства;
- гибель людей;
- масштабные разрушения сооружений, зданий, дорог, мостов и других элементов прилегающей инфраструктуры прошедшей волной прорыва;
- значительные масштабы экологических бедствий;
- катастрофическое затопление больших территорий;
- непредсказуемость и значительные темпы развития аварийной ситуации;
- трудности ликвидации аварий и их последствий;
- остаточные последствия затопления (наносы, порча материальных ценностей, загрязнение окружающей среды и др.).

Большинство из природных факторов риска вызывается климатическими процессами, проявляющимися как в виде кратковременных и опасных метеорологических явлений (землетрясения, ураганы, горные обвалы, наводнения, ливни, сели, снегопады, смерчи и т.д.), так и в виде периодически повторяющихся или однонаправленных, долговременных изменений климата.

Наиболее характерными для Якутии природными чрезвычайными ситуациями (ЧС) являются весенне-летние паводки, вызывающие обширные более 70 % затопления территорий, объектов и инфраструктуры.

Вскрытие рек сопровождается многочисленными заторами льда и наводнениями. Заторы формируются, как правило, в одних и тех же местах – очагах заторообразования и охватывают большие участки русла. Протяженность заторных участков скопления льда достигает 100 и более километров. Продолжительность существования заторов в среднем составляет 3-5 суток, а наиболее мощных – до 10 суток. В результате образования заторов льда подъем уровней воды над зимним уровнем достигает в среднем 5-8 метров (Struchkova, Kapitonova et al 2011, Sleptsov, Struchkova et al 2011).

Отличительные особенности заторообразования на реках Якутии обусловлены следующими двумя главными факторами:

1) Формирование зимой толстого ледяного покрова, достигающего 150-200 сантиметров. На других крупных реках Сибири (Обь, Енисей) наибольшая толщина льда достигает лишь 100-150 см, а на реках европейской территории России –70-80 сантиметров.

2) Большие скорости течения, составляющие в среднем 1,0-1,5 м/с. Интенсивное развитие паводочной волны под влиянием быстрого течения воды и дружной весны приводит к вскрытию рек Якутии со скоростью 100 и более километров в сутки, тогда как на реках других регионов России кромка ледостава перемещается за сутки на 50-70 км.

Одним из опасных геофизических явлений, являющихся источником чрезвычайных ситуаций со средним уровнем риска присущих территории Якутии являются землетрясения.

В целом, в Арктико-Азиатском поясе сейсмоопасные территории в континентальной части Якутии имеют протяженность 1200 км, ширину 300- 600 км, располагаясь по обе стороны коллизионных швов.

В зоне влияния описываемого пояса расположены многочисленные горно-добывающие предприятия, города и населенные пункты, функционируют дороги федерального и местного значения, проложены линии электропередач (ЛЭП), проектируется строительство железной дороги, гидроэлектростанций, существуют важные морские порты и военные объекты (Struchkova, Kapitonova et al 2011).

Исследования последних лет показали, что одной из наиболее распространенных причин развития катастроф на объектах ГТС является совместное воздействие современных геодинамических движений и интенсивной техногенной деятельности.

Расположение объектов ГТС в зоне вечномерзлых пород является серьезным фактором риска повреждения плотин. Построенные на многолетнемерзлых породах, в условиях сурового климата и сейсмической уязвимости, строительные объекты Восточной Якутии и проживающее население подвергаются реальному воздействию природных и техногенных катастроф. Гидротехнические сооружения, построенные и эксплуатируемые в зоне многолетнемерзлых пород (ММП), активно взаимодействуют с мерзлыми грунтами. Около 50% аварий на ГТС происходит в зоне ММП вследствие не учёта криогенных процессов в теле сооружения, их основаниях и в районах примыкания. Анализ работы гидроузлов промышленного водоснабжения в Якутии свидетельствует о том, что более 40% отказов (разрушений) случилось из-за нарушения температурного режима сооружений. Причем в первые три года эксплуатации произошло до 53% отказов, между тремя и пятью годами – 31%, остальные – в последующие годы (Gorokhov 2011). В настоящее время актуальными являются исследования по определению основных закономерностей развития опасных природных явлений и процессов и оценке влияния техногенного воздействия на их активизацию.

За 20 лет эксплуатации Вилюйской ГЭС оттаяла значительная часть грубообломочной наброски, преимущественно со стороны водохранилища. В 1996 г. в правобережном примыкании тела плотины к коренному склону долины р. Вилюй произошло резкое повышение температуры горных пород. В течение нескольких дней образовался фильтрационный поток, который продолжает существовать и в настоящее время. Основная часть таликовых зон и каналов фильтрации воды находится в интервале глубин 15-25 м (Velikin, Snegiryev 2005). Создание водохранилища привело к активизации термокарста, термоэрозии, солифлюкции, изменению наледеобразования. Изменение водно-теплового режима зоны периодического затопления вызвало развитие пучения и термопросадок на пологих береговых склонах и усиление процесса морозного выветривания на крутых склонах, а в ряде случаев –

образование провалов, воронок, рвов отседания в пределах зон тектонического дробления осадочных пород.

За счет просадок дна при оттаивании мерзлых пород происходит увеличение объемов водохранилищ на 15%, что более осложняет условия их эксплуатации, снижает выработку энергии. Термопросадки наблюдались и у Вилюйского гидроузла: в первые четыре года многолетнемерзлые породы протаяли под плотиной, где ощущалось наибольшее воздействие на ММП, на глубину в 9 м, в остальные годы – на 6–9 м, а наибольшая величина протаивания достигала 14 м. Неудовлетворительное состояние сегментного затвора водосбросного канала и имеющаяся в этом районе фильтрация представляет серьезную угрозу для станции как гидротехнического сооружения.

Техногенный фактор заключается в износе оборудования, организационно-технических неполадках. Гидросооружения Якутии были в основном построены в 70-х и 80-х годах прошлого столетия, и за последние 20 лет из-за отсутствия финансирования на них не проводились ремонтно-восстановительные работы.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОТКАЗЫ РАБОТЫ ГТС

Износ основных фондов Вилюйской ГЭС составляет более 30%. Анализ отказов оборудования показал, что они были вызваны усталостными явлениями в стали (Lyapichev 2008).

Согласно СНиП во многих построенных гидроузлах и ГЭС занижены максимальные расчетные сбросные расходы, принятые 30–70 лет назад на основе коротких гидрологических рядов наблюдений, что обусловило неправильный выбор модели расчетного гидрографа и других гидрологических характеристик. Новые гидрологические данные, накопившиеся за время эксплуатации ГЭС, позволяют откорректировать значения максимальных расходов, в подавляющем числе случаев, в сторону их увеличения, что требует увеличения пропускной способности имеющихся водосбросов. Результаты таких проверок показали, что 22 ГЭС Российской Федерации имеют ограничения пропускной способности водосбросов, в том числе Саяно-Шушенская, Богучанская, Вилюйская, Усть-Хантайская, Саратовская, Майнская, Ириклинская, Миатлинская и Гергебильская ГЭС (Lyapichev 2008).

Основные факторы, влияющие на отказы работы ГТС следующие (Lyapichev 2008):

- Недостаточная пропускная способность водосбросных и водопропускных сооружений
- Слабость конструкции
- Неравномерная осадка
- Высокое давление на плотину
- Оползание откосов
- Дефекты материала
- Неправильная эксплуатация
- Низкая квалификация эксплуатационного персонала
- Отсутствие или недостаточный объем защитных и ликвидационных мероприятий
- Отсутствие своевременных ремонтных работ (износ оборудования)
- Землетрясение

- Нарушение фильтрационной прочности
- Понижение физико-механических характеристик грунтов плотины и ее основания (плотность, прочность на сдвиг, сжимаемость, водопроницаемость, суффозионность и др.).

Прогноз и заблаговременное предупреждение ЧС позволяют не допустить развития неблагоприятных ситуаций и снизить тяжесть последствий. Для прогнозирования ЧС необходим непрерывный мониторинг, включающий:

- мониторинг опасных геологических процессов на территории ГЭС;
- мониторинг сейсмической обстановки на территории;
- мониторинг гидро-метеорологической ситуации;
- наблюдения за работой оборудования.

Оценка безопасности ГТС, характеризуется по степени надежности, уязвимости гидросооружения при воздействии опасных природных явлений и технических факторов, а также показателем риска. Анализ и методика оценки риска аварий на ГТС рассматривается исходя из статистики отказов и аварий, сопровождаемых определенной величиной ущерба.

В Институте физико-технических проблем Севера Сибирского отделения Российской академии наук развиваются работы по исследованию и анализу природно-техногенной безопасности с использованием ГИС технологий. Собраны, проанализированы и введены в базу геоинформационных данных (БГД) данные о чрезвычайных происшествиях, техногенных авариях и природных стихийных явлениях на территории РС(Я) за период 1963 – 2010 годов, проведены оценки индивидуальных и комплексных рисков для отдельных территорий (улусов), построены карт риска и районирование риска РС(Я). Разработаны методические, технологические подходы позволяющие на основе мониторинга, анализа риск-факторов и моделирования по данным многолетних наблюдений и статистики Гидрометцентра визуализировать зоны затопления при паводке; разработана концепция управления природно-техногенной безопасностью с учетом низких климатических температур. Разработаны базы данных по источникам чрезвычайных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса (НГК) Республики Саха (Якутия) и прилегающих к ним территориях; создана геоинформационная среда исследуемой территории и потенциально опасных объектов; общий методический подход к оценке риска с учетом природно-климатических особенностей РС(Я) на основе ГИС-технологий; сценарии последствий ЧС при решении задач районирования опасности территорий, прилегающим к объектам нефтегазового комплекса РС(Я).

Для оценки геоэкологического риска воздействия объектов ГТС на природные экосистемы необходимо оценить вероятность реализации определенного сценария воздействия и определить ущерб от такого воздействия по данным о размерах повреждаемой территории.

В свою очередь, величины вероятности возникновения аварийных ситуаций определенного типа не будут постоянными, а будут зависеть от характеристик интенсивности техногенного, антропогенного и природного воздействия. В результате для оценки геоэкологического риска необходимо разработать достаточно сложные прогностические модели.

Оценка геоэкологического риска экзогенного процесса (термоэрозии, термокарста, оползня и др.) определяется вероятностью социального и экономического ущерба, связанного с негативным воздействием фактора риска на среду в течение определенного интервала времени.

Характеристиками геоэкологической опасности $R(H)$ являются:

- вероятности интенсивности воздействий (через параметры перемещения грунтовых масс);
- места расположения возможных активных экзогенных процессов;
- скорости распространения процессов разной интенсивности.

В зависимости от типа анализируемого в сценарии геоэкологического риска и соответствующего набора учитываемых бедственных воздействий в сценарии могут учитываться только прямой риск (прямое воздействие), либо (дополнительно к нему) вторичные, многокаскадные воздействия и соответствующие риски.

Оценка риска основывается на анализе угроз, и носит в основном качественный характер и недостаточна для количественной оценки риска. Необходимо составление прогнозных карт чрезвычайных ситуаций (и их последствий), могущих возникнуть при эксплуатации гидроузлов.

Наличие высокоточных цифровых моделей позволяет решать широкий круг вопросов: моделирование экзогенных гидрологических и геоморфологических процессов в масштабе всего речного бассейна, моделирование половодий и рекомендации по принятию превентивных мер для предотвращения чрезвычайных ситуаций, регламентация сброса воды из водохранилищ, точная увязка высотных отметок водомерных постов - точный расчет гидрометрических параметров, их корреляция внутри единой водохозяйственной системы, контроль водного режима водохозяйственных объектов в интересах рыбного хозяйства, исследование состояния русла.

Как известно результаты прогноза опасности и оценки риска отображаются на специальных картах. Карты могут быть крупномасштабными (1:50000 и крупнее), среднемасштабными (1:100000, 1:500000), мелкомасштабными (1:1000000-1:2500000) и обзорными (1:5000000 и менее). Необходимо рассмотреть различные сценарии возможных аварий, в том числе опорожнение водохранилищ, предусмотреть оценку последствий и составление карт последствий разрушения ГТС (возможного прохождения волн прорыва), а также разработать рекомендации по ликвидации и смягчению последствий.

REFERENCES

Gorokhov M.E. (2011) Regulation of temperature rate on rock and earth-fill dams by air convection control in lower prism. Author's abstract of dissertation. Moscow, 2011

Lyapichev Yu.P. (2008) Hydrological and technical safety of hydraulic works: Tutorial. – Moscow: RUF, 2008, p. 222

Rozhansky V.A., Sharikova T.Yu. (2006) Analysis of the active standard-technical documentation state in the field of hydraulic works safety. Water-resource systems control. International conference, Moscow. Proceedings

Sleptsov O.I., Struchkova G.P., Kapitonova T.A. (2011) Natural and technogenic risk assessment on the territory of the Sakha Republic (Yakutia) // International theoretical and practical conference "Prevention and elimination of emergency situations in the Arctic". Yakutsk, part 1.

Struchkova G.P., Kapitonova T.A., Tarskaya L.E., Efimov V.M. (2011) Flood Prediction on the Lena River // [Journal of International Scientific Publication. Ecology & Safety. – 2011. – Vol. 5. – Part 3. pp. 16-24.](#) ISSN: 1313-7999.

Journal of International Scientific Publications:

Ecology & Safety, Volume 6, Part 3

ISSN 1313-2563, Published at: <http://www.science-journals.eu>

Struchkova G.P., Kapitonova T.A., Levin A.I. (2011) Procedure for risk-factors analysis of failures on complex technical systems operating under conditions of low temperatures // [Journal of International Scientific Publication. Ecology & Safety. – 2011. – Vol. 5. – Part 3. pp. 25-33.](#) ISSN: 1313-7999.

Velikin S.A., Sneguiryev A.M. (2005) Local geophysical monitoring. Bulletin of KRAESC. Earth science. 2005. No.2. Issue No.60.

PRINCIPLES OF SETTLEMENTS PLACEMENT IN YAKUTIA

Valery A. Prokhorov

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Belinskiy str., 58, suite 312, Yakutsk,
Republic of Sakha (Yakutia), Russia, 677000

Abstract

A description of potentially dangerous emergency situations in the republic is given. It is shown that one of the reasons for the negative impact on residential areas is the condition caused by global climate change and regional climate changes caused by man-made interference. Such exposure may lead to permafrost thawing and buildings and structures foundations carrying capacity reducing. The basic settlement placement principles are defined based on the analysis of potentially dangerous emergency situations in the republic.

Key words: *dangerous emergency situations, global climate change, man-made interference, permafrost thawing buildings and structures foundations carrying capacity reducing, settlement placement principle*

Территория Республики Саха (Якутия) общей площадью 3083,5 тыс. км² делится на 445 муниципальных образований, в том числе: 2 городских округа, 34 муниципальных района. По состоянию на 01.01.2010 г. на территории республики имеются 13 городов, 65 поселков и 601 село.

В настоящее время в республике осуществляются крупнейшие социально-экономические преобразования в результате реализации специальных программных документов, главными из которых являются «Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики Саха (Якутия) до 2020 г.» и «Программа развития села на 2007-2011 гг.». Основные направления Схемы предусматривают:

- а) поддержку и дальнейшее развитие традиционных, существующих отраслей экономики (алмазо-, золото-, олово- и газодобывающая промышленности, сельское хозяйство);
- б) восстановление позиции республики в оловодобывающей и сурьмяной промышленности, по которой она занимает ведущее место в России;
- в) окончание строительства федеральных дорог «Колыма» и «Виллой»;
- г) модернизацию действующих объектов энергетики и ЖКХ (строительство 2-й очереди Якутской ГРЭС и др.);
- д) создание совершенно новых отраслей, которые должны дать основную долю прироста валового регионального продукта (строительство Дальневосточного металлургического комбината, нескольких ГОКов по добыче железной руды и апатитов, Эльконского ГОКа по добыче урана, двух атомных плавучих станций, Канкунской ГЭС, железной дороги до Якутска и крупнейшего Эльгинского угольного месторождения, мостового перехода через р. Лена;
- г) освоение нефтегазовых ресурсов, предусматривающих строительство нефтепровода Восточная Сибирь - Тихий океан, нефтеперерабатывающего завода около г. Ленска, промышленных объектов по освоению Чаюдинского месторождения газа, создание

нефтеперерабатывающего и газо-химического производств на территориях поселков Витим и Жатай;

д) ускоренное развитие всей (социальной и технической) инфраструктуры населенных пунктов республики.

В соответствии с вышеперечисленными программными документами почти все города и многие населенные пункты республики получают импульс для дальнейшего своего развития и возрастет численность их населения. Кроме того, будут созданы новые населенные пункты, в основном, на территории Южной Якутии.

В настоящее время на территории республики расположено 65 потенциально опасных объектов - источников чрезвычайных ситуаций (ЧС), угрожающих жизнеобеспечению населенных пунктов. В зонах опасности от поражающих факторов источников ЧС техногенного и природного характера общей площадью 1603 тыс. км² проживают 606 тыс. чел. Опасными источниками ЧС техногенного характера являются взрыво- и пожароопасные объекты энергетики, жилищно-коммунального хозяйства, хранения нефтепродуктов, лесоматериалов и т.п. По данным ГУ МЧС РФ по РС (Я) из всех произошедших ЧС примерно 75 % имеют техногенный характер. Потенциальная химическая опасность исходит от объектов, находящихся в городах, где на 8 промышленных объектах хранятся сильнодействующие ядовитые вещества, необходимые для технологических процессов. В случае аварии площадь загрязнения может составить более 100 км², на которых проживает около 120 тыс. чел.

Опасными источниками ЧС техногенного характера являются взрыво- и пожароопасные объекты энергетики (Каскад Вилюйских ГЭС, включая Светлинскую ГЭС; Якутская, Нерюнгринская и Мирнинская ГРЭС; Якутская ТЭЦ и Чульманская ТЭЦ; объекты Центральной энергетической сети и другие энергетические объекты), жилищно-коммунального хозяйства, хранения нефтепродуктов, лесоматериалов и т.п. Более 60 объектов создают угрозу поражения на общей площади 3,2 тыс. км² (26 тыс. чел.). Например, в случае прорыва плотины Вилюйской ГЭС на р. Вилюй возможно образование зоны катастрофического затопления площадью 19 тыс. км², в пределах которой окажется г. Вилюйск и несколько поселков с населением около 50 тыс. чел. Разрушение Каскада Вилюйских ГЭС может повлечь за собой парализацию работы ГЭС. В результате без электроэнергии, а также тепла в зимнее время могут оказаться несколько десятков населенных пунктов с населением 380 тыс. чел.

Наиболее потенциальным, опасным природным ЧС для населенных пунктов относятся наводнения, лесные пожары и землетрясения. Республика Саха (Якутия) – один из наиболее богатых реками субъектов Российской Федерации, по объему годового речного стока уступает только Красноярскому краю. По ее территории протекают более 700 тыс. рек длиной более 10 км, из них 314 рек в пределах Якутии имеют длину более 100 км, 12 рек – более 1000 км. Большинство рек несет свои воды с юга на север. Речная сеть относится к бассейнам моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря. Ежегодно в эти моря выносятся 780 км³ воды – это примерно пятая часть стока рек России, причем около 70 % этого объема составляет сток р. Лены.

С каждым годом все более возрастает использование водных ресурсов, и увеличивается антропогенная нагрузка на прибрежные территории и режим рек республики. Кроме того, в связи с глобальным и региональным изменениями климата цикличность катастрофических наводнений стала повторяться чаще, нанося региону огромный ущерб. В настоящее время обеспечение водной безопасности, оценка возможных изменений водных ресурсов и водного режима рек в связи с происходящими изменениями климата и активизацией хозяйственной деятельности человека является фундаментальной проблемой государственного уровня.

Почти ежегодно большой ущерб населению и экономике республики причиняют наводнения. Территория Якутии по своим природным условиям относится к регионам с высокой вероятностью наводнений. На ее территории угроза наводнений существует почти для всех населенных пунктов, расположенных на реках. Только за последние 13 лет здесь произошли самые крупные наводнения России. Так, наводнения на реках Лена, Алдан, Яна, Алазея, Колыма, Амга, Таатта, Суола, Матта, Баяга, Мархинка (1998 - 2010 гг.) по величине подъема уровней воды, масштабам затопления и суммарному ущербу превысили все крупнейшие наводнения предыдущих лет и по существующим классификациям относятся к разряду катастрофических, причем с очень редкой повторяемостью. По данным Контрольного управления Администрации Президента и Правительства Республики Саха (Якутия) в 1998 г. пострадало от наводнения 205 населенных пунктов, погибло 15 человек, общее число пострадавших составило около 47 тыс. человек. Было затоплено более 15 тыс. жилых домов, из них полностью разрушено 746 домов. В 2001 г. пострадали населенные пункты в 10 административных районах Якутии из 35, в т.ч. г. Якутск и его пригородные поселки. Некоторые населенные пункты, включая г. Ленск были затоплены полностью, имелись человеческие жертвы. Разрушено 3489 домов, 704 сельскохозяйственных объектов, десятки мостов, более 4000 объектов тепло-, водо-, электро-, нефте- и газоснабжения. Погибло 2184 домашних животных, затоплено около 30 тонн посевного материала. Общая сумма ущерба, нанесенного наводнениями населению и экономике республики составила около 11,8 млрд. рублей, в том числе:

- 1998 год – 939,4 млн. руб.; - 2001 год – более 7 000,0 млн. руб.;- 2002 год – 114,6 млн. руб.;- 2004 год – 439,0 млн. руб.;- 2005 год – 97,4 млн. руб.;- 2006 год – 7,7 млн. руб.;- 2007 год – 1 088,5 млн. руб.;- 2008 год – 939,1 млн. руб.;- 2010 год – 1200, 0 млн. руб.

В Якутии под влиянием наводнений создаются не только чрезвычайные ситуации, принимающие характер стихийного бедствия (гибель людей, посевов, разрушение сооружений), но и происходят не менее опасные негативные последствия, угрожающие здоровью людей, животному и растительному миру, состоянию окружающей среды:

- Повышаются уровни грунтовых вод, которые приводят к избыточному переувлажнению земель сельскохозяйственного назначения. Развитие явления гидроморфизма ведет к деградации плодородных земель, снижению их урожайности, ухудшаются условия обитания растений и животных. Кроме того, усиленная промывка почвогрунтов, затопленных в период весеннего половодья территорий, способствует увеличению концентрации загрязняющих веществ в водных объектах.
- Ухудшаются условия обеспечения водой населенных пунктов из-за выхода из строя русловых и береговых водозаборов питьевого водоснабжения. Ситуация еще более усугубляется тем, что большинство крупных населенных пунктов Якутии не имеет альтернативных источников водоснабжения, хотя согласно требованиям ГОСТ Р 226.01-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования» водообеспечение средних и крупных городов должно осуществляться не менее чем от 2 независимых водоисточников. Предполагается, что для этих целей шире могли бы использоваться ресурсы подземных вод.
- В результате разрушения емкостей для хранения нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов, смыва паводковыми водами с затопленных территорий пестицидов, агрохимикатов и других опасных химических веществ, производственных и бытовых отходов, отходов животноводческих и свиноводческих ферм, а также затопления кладбищ, скотомогильников, несанкционированных свалок происходит загрязнение водных объектов.

- Из-за увеличения влажности грунтов происходит деградация мерзлоты, активизируются криогенные процессы (оползни, суффозия, пучение грунтов, термокарст и др.), возникает опасность разрушения фундаментов сооружений. Усиливаются процессы водной эрозии земель, разрушения берегов, оврагообразования и заболачивания территорий.
- Происходит засорение и захламление русел и прибрежных защитных полос водных объектов посторонними нерастворимыми предметами (древесиной, шлаком, металлоломом, строительным мусором, и т.п.), что усиливает отложение наносов и уменьшение водопрпускной способности. Так, захламленность русла, берегов и поймы р. Лены проржавевшими, притопленными и затопленными судами, металлоконструкциями автомобильными крышками является постоянным источником загрязнения речных вод.
- В результате длительного затопления территорий происходит засоление почвы пойменных сельскохозяйственных угодий и они становятся не пригодными для сельскохозяйственного производства.

Таким образом, на территории Якутии угроза формирования катастрофических наводнений существует практически на всех реках Якутии – от малых до больших. Кроме того, прогнозируемое изменение стока рек скажется на притоке воды к водохранилищам на реках Вилюй и Колыма, в перспективе – к водохранилищу Канкунской ГЭС на реке Тимптон. На реках ожидается уменьшение максимальной толщины льда до 20-40 %, что приведет к значительному изменению в сроках и процессах замерзания и вскрытия рек. Эти изменения потребуют пересмотра режима работы водохранилищ с учетом интересов основных потребителей.

Из 338 гидротехнических сооружений, расположенных на территории республики сооружения сельскохозяйственного назначения составляют 298 (78,6 %), промышленности и жилищно-коммунального хозяйства 40 (21,4 %). Большинство сооружений построено в 70-80-х годах XX века и представляют гидросооружения низкого напора, в основном, для обеспечения работы систем лиманного орошения лугов и водоснабжения населенных пунктов. В настоящее время 60 % сооружений сельскохозяйственного назначения имеют 70-75 % износа. Управление водохозяйственными системами с ГТС на реках проводится недостаточно эффективно. Особую экологическую опасность представляют сооружения, поднадзорные Ростехнадзору России – хвостохранилище бывшего цеха обогатительной фабрики (ЦОФ) Депутатского ГОКа «Западный», водоем-отстойник Куларской ЗИФ. При прорыве дамб данных гидроузлов может быть нанесен экологический ущерб рекам Нэттик, Бургуаат, Омолой, Депутатка, Иргичээн и Индигирка. На многих сооружениях наблюдается фильтрация через тело вдоль водосбросных сооружений, просадка тела земляных дамб и плотин (водохранилище Сытыканское, хвостохранилища на руч. Новом, Лебединское и Куранахское обогатительной фабрики в Алданском районе), переполнение (Куларское хвостохранилище) и переработка берегов, загрязнение воды фенолами (Вилюйское водохранилище).

В целом, можно отметить, что на реках Якутии существует постоянная угроза от наводнений как природного, так и техногенного характера, при этом наибольшему риску подвержены 92 населенных пункта с населением 136,4 тыс. человек, что негативно влияет на жизнедеятельность населения и устойчивое развитие экономики. Общая площадь наводнений (подтоплений) достигает 18 тыс. км².

Сейсмоопасные зоны Якутии охватывают почти 36 % территории субъекта. В зонах возможных землетрясений с интенсивностью 6 баллов и более проживает около 240 тыс. чел. Территорию республики пересекают два крупных сейсмических пояса: Арктико-Азиатский, который прослеживается от о. Гренландия через акваторию Северного Ледовитого океана к устью р. Лены и через систему хребтов Верхоянский и Черского к полуострову Камчатка; Байкало-

Становой, протянувшийся на восток от оз. Байкал к среднему течению р.Олекма, вдоль Станового хребта на юге Якутии к Удской губе Охотского моря. Сейсмические пояса возникли на границах взаимодействия литосферных плит первого порядка – Евроазиатской, Северо-Американской и Амурской (Китайской), перемещающихся в горизонтальном направлении по астеносфере. В этих районах происходили и могут произойти в будущем 6–10-балльные землетрясения. К сейсмоопасным отнесены территории республики, на проживают более 500 тыс. человек, действуют крупные промышленные и горнодобывающие предприятия.

Ежегодно в Якутии происходит 800 — 900 лесных пожаров на территории площадью 150 тыс. км². Наиболее пожароопасными являются центральные и южные районы республики, в пределах которых расположено более 200 населенных пунктов с населением около 90 тыс. чел.

В зимний период минимальная температура воздуха во многих районах Якутии достигает -50 °С и ниже, что существенно усложняет условия жизни населения и создает проблемы для экономики республики.

Помимо рассмотренных выше опасных природных явлений необходимо отметить изменения, происходящие в современном климате, а именно глобальное потепление. Одной из причин изменения климата является, как известно, антропогенное воздействие. Также возможны местные, региональные изменения климата, вызванные техногенным вмешательством. Потепление климата приведет к оттаиванию вечной мерзлоты и заболачиванию местности. Очевидно, что оттаивание мерзлых пород может обернуться катастрофическими последствиями: разрушениями зданий и инженерных сооружений, возведенных с сохранением мерзлого основания. Непринятие своевременных защитных мер может обернуться катастрофой.

Обеспечение населения городских и сельских населенных пунктов благоприятными условиями проживания, недопущение вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, сохранение биологического разнообразия, улучшение экологической обстановки – основная задача в области градостроительства. При строительстве любого объекта необходимо проведение оценки воздействия его на окружающую среду. Согласно российскому законодательству заказчиком организуется совместно с органами местного самоуправления информирование общественности о намечаемой хозяйственной и иной деятельности и ее привлечение к процессу проведения оценки воздействия на окружающую среду. Заказчик обязан предоставить всем участникам процесса оценки воздействия на окружающую среду возможность своевременного получения полной и достоверной информации. При проведении оценки воздействия на окружающую среду необходимо исходить из потенциальной экологической опасности любой деятельности. Материалы по оценке воздействия на окружающую среду объекта экологической экспертизы должны отражать результаты исследований, выполненных с учетом взаимосвязи различных экологических, социальных и экономических факторов, быть научно обоснованы и достоверны. Они обязательно входят в состав документации, представляемой на государственную экспертизу.

В целом, можно отметить, что в Якутии существует угроза ЧС техногенного и природного: взрыво- и пожароопасные объекты, крупные наводнения, возможные землетрясения с интенсивностью 6 и более баллов, лесные пожары, низкие зимние температуры. В зонах воздействия поражающих факторов от различных источников ЧС находятся 60 % населения республики.

На основе анализа потенциальных источников ЧС на территории республики при размещении, проектировании и хозяйственной деятельности населенных пунктов следует придерживаться следующих принципов размещения населенных пунктов общего и частного характера:

Обеспечение интересов общества, государства, юридических и физических лиц в области градостроительства выполнением требований градостроительных норм и правил, других актов законодательства, градостроительной документации, а также осуществлением контроля их соблюдения.

Научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов общества в целях его устойчивого развития.

Соблюдение требований охраны окружающей природной среды и здоровья человека, сохранения биологического разнообразия, экологической безопасности, а также санитарных норм и правил.

Предупреждение возможных неблагоприятных воздействий при проектировании крупных добывающих, энергообеспечивающих и производящих предприятий (транспортировка и производство нефти и нефтепродуктов, строительство ГЭС, добычи урановых руд и т. д.) на окружающую среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий.

Эффективное управление рисками путем внедрения современных экономических механизмов, в том числе экологического страхования.

Обеспечение населения городских и сельских населенных пунктов благоприятными условиями проживания, недопущение вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, улучшение экологической обстановки, развитие инженерной, транспортной и социальной инфраструктур населенных пунктов и прилегающих к ним территорий, сохранение объектов культурного наследия.

Размещение населенных пунктов на территориях с наименьшим воздействием чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Защита территорий населенных пунктов от ЧС природного характера и соблюдение требований (устройство защитных дамб, противопожарные защитные зоны)

Эффективное и безопасное размещение технических объектов городского и производственного хозяйства

Использование конструкций зданий и сооружений с высокой степени защищенности от ЧС.

Следует особо подчеркнуть, что возрастание количества и тяжести ЧС будет наблюдаться и в будущем. Вызвано оно с глобальным изменением климата, высоким уровнем износа основных фондов отраслей экономики; порочной практикой размещения населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов в районах, подверженных вредному воздействию вод и землетрясениям; несовершенством нормативно-правовой базы и отсутствием экономических механизмов обеспечения водной и экологической безопасности. Соблюдение предложенных принципов позволит снизить риск ЧС в населенных пунктах республики.

REFERENCES

1. Безопасность Республики Саха (Якутия): социальные, экологические и техногенные проблемы. (2008). Под редакцией В.Ю. Фридовского, В.А. Прохорова. Новосибирск. 296 с.
2. Корытный Л.М., Кичигина Н.В. (1997) Наводнения как ведущие ЧС Восточной Сибири/ Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: Труды Всероссийской конференции. Красноярск. 113-114 с.

3. Прохоров В.А. (1999) Оценка параметров безопасности эксплуатации нефтехранилищ в условиях Севера. Москва. 142 с.
4. Федорова С.Е., Чемезов Е.Н., Аманатова А.Ю. (2003) Профилактика чрезвычайных ситуаций в республике Саха (Якутия) / Международные научные чтения «Приморские зори – 2003», посвященные памяти президента ТАНЭБ, профессора Короткова В.И. Экология, безопасность жизнедеятельности, защита в чрезвычайных ситуациях, охрана, безопасность, медицина и гигиена труда, устойчивое развитие Дальневосточных территорий. Владивосток. 186-187 с.
5. Толстихин О.Н., Трофимцев Ю.И. (1998) Экологический менеджмент: регулирование качества окружающей среды на примере Якутии. Новосибирск. 216 с.
6. Чемезов., Федорова С.Е., Чемезова Т.Е. (2004) Природнотехногенные опасности в Республике Саха (Якутия) Севере / Риски в современном мире: идентификация и защита. Материалы VIII Международных научных чтений Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности.СПб. 49-151 с.

**MECHANOCHEMICAL PROCESSING OF AGRICULTURAL WASTES
INTO COMPLEX FEED ADDITIVES FOR ANIMALS**

Elena G. Shapolova^{1,2}, Aleksey L. Bychkov^{1,2}, Oleg I. Lomovsky¹

¹Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry SB RAS,

Kutateladze str. 18, Novosibirsk 630128, Russia

²Novosibirsk State University, Research and Education Centre “Molecular Design and Ecologically Safe Technologies”, Pirogov str. 2, Novosibirsk 630090, Russia

Abstract

In this work, we have studied the possibility of using mechanochemistry in processing of agricultural wastes, nonedible renewable raw materials. By the example of the wastes from rice, tea, and alcohol productions, the possibility of producing effective complex feed additives for veterinary medicine and animal husbandry has been shown.

Key words: *rice husk, green tea, mechanical activation, solubility, bioavailability.*

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее внимание уделяется переработке биовозобновляемых непищевых ресурсов: отходов сельскохозяйственного и микробиологического производства, пищевой промышленности. Тенденция в мире такова, что переработка отходов в полезные продукты должна происходить с максимально возможной степенью эффективности и с минимальными затратами (Okonko et al. 2009). Это позволит реализовать концепцию рационального природопользования и устойчивого развития.

Известно, что человечество ежегодно производит примерно 5 миллиардов тонн продуктов питания, причём почти половину из них составляют зерновые. Приблизительно 70 % из зерновых составляют три культуры: пшеница, рис и кукуруза. Основные страны, занимающиеся производством и переработкой риса: Китай (33% мирового урожая), Индия (22%), Россия, США, Пакистан, Южная Корея, Египет, Камбоджа, страны Африки и Южной Америки. Ежегодное производство риса в мире порядка 700 миллионов тонн. При этом образуется около 100 миллионов тонн отходов рисового производства к которым относятся солома (42-62%), плодовые оболочки (шелуха, лужга, полова) и мучка (отруби).

Как материал, рисовая шелуха характеризуется высокими прочностными характеристиками, химической стойкостью, низкой питательностью, низким объемным весом, высокой зольностью. Данные свойства обусловлены уникальным строением. От других видов растительного сырья рисовая шелуха отличается высоким содержанием неорганического компонента – диоксида кремния.

Рисовая шелуха содержит: 4-24 % воды, 12-32 (в среднем 22) % золы, которая состоит в основном из аморфного диоксида кремния, 5-37 % гемицеллюлоз, 34-43 % целлюлозы, 19-47 % лигнина, 1-9 % белков, 0-7 % жиров (Сергиенко и др. 2004).

В настоящее время около 70 % рисовой шелухи не находит коммерческого использования. В то же время имеется отчётливое понимание, что, при условии создания эффективных технологий

переработки растительного сырья, постоянно возобновляемая растительная биомасса может оказаться перспективным сырьём для производства ряда полезных продуктов.

Незначительная часть отходов рисового производства, что всё же используется в дальнейшем, перерабатывается по трем основным направлениям: получение неорганических соединений, получение органических соединений и использование отходов без переработки.

Наибольшее количество работ посвящено утилизации рисовой шелухи путем пиролиза и получению неорганических соединений. Общий и исчерпывающий обзор использования рисовой шелухи в промышленности и химическом производстве представлен в (Sun et al. 2001). Показаны возможности использования рисовой шелухи для получения кремния, карбида кремния, нитрида кремния, цеолитов. Основным методами получения данных соединений является сжигание и каталитический пиролиз. Как видно, большинство работ посвящено переработке рисовой шелухи для получения аморфного диоксида кремния, который находит применения в различных областях: в фармацевтической, косметической промышленности, стекольной, резиновой промышленности, для наполнения хроматографических колонок. Основные способы получения диоксида кремния из рисовой шелухи: окислительный обжиг (Сергиенко и др., 2004), обработка окислителями рисовой шелухи (Javed et al. 2008), щелочной гидролиз (Markovska et al. 2010), кислотный гидролиз (Junko et al. 2008). С использованием термической обработки и обработкой щелочью получают водорастворимые силикаты. Мезопористые силикаты получают путем гидротермальной обработки рисовой шелухи в автоклаве (Mochidzuki et al. 2001). Большую популярность приобретает получение нанокompозита на основе диоксида кремния и углерода, который может применяться как эластомерный наполнитель, сорбент (Ефремова 2011).

Основные органические вещества, которые могут быть выделены из рисовой шелухи: фурфурол, ксилит, уксусная и щавелевая кислоты, этиловый спирт, ванилин, гамма-оризанол, моногалактозилдиацилглицерины (Сергиенко и др. 2004).

Перечень предлагаемых способов переработки велик, но в силу того, что технологии предусматривают в большинстве случаев производство одного неорганического или органического продукта, возникает ряд экономических и экологических проблем, связанных с утилизацией отходов переработки и экономической эффективностью. Связи с этим необходима комплексная переработка сырья.

Постепенно растёт внимание к рисовой шелухе как компоненту рационов сельскохозяйственных животных. Не смотря на то, что в начале XX-го века рисовая шелуха рассматривалась как непригодная и даже вредная составляющая кормов, в начале 50-х годов её применение в кормопроизводстве было реабилитировано в связи с установлением полезности для сельскохозяйственных животных. Авторами Адэйром и Уайтом (Адэйр 1976) проведена большая работа по обобщению данных, посвященных проблеме использования рисовой шелухи в качестве корма и, как результат, обоснована целесообразность включения лузги в рацион до 20 % от массы рациона.

Несмотря на небольшую эффективность и значительные дозы, рисовая шелуха продолжает использоваться как добавка в корм благодаря дешевой стоимости. Поэтому основная часть научных работ посвящена поиску методов повышения питательных свойств шелухи и установлению ее предельно допустимых концентраций при добавлении в корм.

Проблема заключается в том, что целлюлоза рисовой шелухи характеризуется низкой конверсией в растворимые сахара, и связи с этим низкой питательностью. Это обусловлено высоким содержанием кремния и лигнина, что наряду со специфическим строением клеточной структуры обеспечивает ее прочность.

Для увеличения доступности и повышения выхода водорастворимых соединений применяются, в основном, гидролитические методы. Влияние щелочной обработки на разрушение рисовой шелухи (деградация гемицеллюлозы, лигнина и частично диоксида кремния) для

высвобождения целлюлозы продемонстрировано в работах (Ndazi et al. 2008; Luduena et al. 2011; Markovska et al. 2010). В патенте (Куцакова 2005) приведен способ получения гидролизата из шелухи риса и других злаков, в котором для получения кормовых сухих порошкообразных продуктов используется кислотный и щелочной гидролиз растительного сырья – рисовой шелухи.

Для повышения выхода и биодоступности компонентов лигноцеллюлозы предложено растворение рисовой шелухи в ионных жидкостях (Ang et al. 2011). В работе (Каравай и Левочкина 2008) с целью использования рисовой шелухи в пищевой индустрии предложен ферментативный гидролиз комплексным препаратом Целловиридин. Применение предварительной щелочной обработки и последующего ферментативного гидролиза позволило повысить выход водорастворимых сахаров. С использованием ферментов, продуцируемых микроорганизмом *Tetrahymena pyriformis* достигается увеличение биологической ценности рисовой лузги на 22,8-27,1 %. Также для увеличения растворимости рисовой шелухи применяется карбоксилирование с последующим тонким помолом (Choi et al. 2009). Модификация поверхности проводится для предотвращения слипания частиц и для лучшего растворения путем придания гидрофильных свойств поверхности.

Недостатками данных решений является проведение обработки рисовой лузги в жидкой фазе, сложность и многостадийность процессов (наличие стадий кислотного гидролиза, нейтрализации, гомогенизации, щелочного гидролиза, фильтрования, сушки). К тому же обработку, как правило, проводят при высокой температуре и давлении. При таких условиях возможно протекание различных реакций дегградации сахаров и конденсации лигнинов, образованию побочных продуктов. Кроме того в случае использования гидролизованной рисовой шелухи в качестве пищевой добавки возникает проблема чистоты продукта, так как подобные препараты могут содержать остатки токсичных органических растворителей, кислот.

Для повышения биологической доступности компонентов рисовой шелухи могут применяться классические для механохимии методы обработки растительного сырья (Ломовский и Болдырев, 2006, Lomovskiy 2011). Так при измельчении растительного сырья, происходит пластическая деформация, в результате которой образуются дефекты супрамолекулярной структуры клеточных стенок (Бычков и др. 2010), разрываются химические связи, аморфизуются кристаллические участки целлюлозы. Эти эффекты приводят к увеличению удельной реакционной способности растительного сырья.

В связи с этим, предполагается, что механическая активация, по сравнению с другими методами воздействия является более эффективным и экологически безопасным методом увеличения реакционной способности целлюлозы и лигноцеллюлозных субстратов, в частности шелухи риса.

Рисовая шелуха помимо источника пищевых волокон (целлюлозы) является источником биофильного кремнезема. Это предоставляет возможность использовать рисовую шелуху в качестве добавки при дефиците кремния в организме.

Известно, что для нормального развития и функционирования организма требуется ежедневное поступление соединений кремния (Воронков 1978). Суточное поступление биофильного кремния в дозе 0,3-0,6 мг на 1 кг массы достаточно для удовлетворения потребности организма в кремнии.

Кремний необходим организму для обеспечения защитных функций, процессов обмена и дезинтоксикации. Также он вносит существенный вклад в функционирование соединительных тканей, придаёт прочность, эластичность и непроницаемость стенкам кровеносных сосудов, что препятствует проникновению липидов в плазму крови, способствует биосинтезу коллагена, связывает поперечными мостиками молекулы кератина в веществе волос (шерсти) и ногтей (рогов), обеспечивая прочность и гидрофобные свойства

Введение кремния в пищевой рацион животных ускоряет рост молодых костей, способствует кальцификации, увеличению минеральной плотности костей и объёма трубчатой кости, что является защитой от остеопороза. На бескремниевой диете животные отстают в росте, у них ухудшается состояние шерсти и костей. При добавлении кремния к пище указанные нарушения исчезают (Schwartz and Milne 1972).

Биофильный кремний, благодаря своим химическим свойствам, создает электрические заряженные системы. Они обладают свойством "приклеивать" на себя вирусы, болезнетворные микроорганизмы, несимбиотные с животным организмом. Кремний предотвращает желудочно-кишечное всасывание алюминия, обладающего нейротоксическим действием. Вероятно, кремний участвует и в иммунных реакциях.

В основном для удовлетворения потребности в этом ультрамикрэлементе в сельском хозяйстве и животноводстве используются минеральные источники, но кремний из неорганических силикатов не является столь физиологически активным, как кремний из биогенных источников (Колесников 2001), что объясняется трудностью получения биосовоемых мономолекулярных форм кремния из неорганических источников.

Целью данной работы является разработка твердофазной механохимической технологии производства комплексных кормовых добавок из отходов рисового, чайного и спиртового производства. Технология направлена на увеличение доступности биогенного диоксида кремния и повышение кормовой ценности за счет модификации целлюлозной фазы. Ударно-сдвиговое воздействие сопровождается измельчением и разупорядочением структуры обрабатываемого растительного сырья. В ходе механического измельчения в активаторах достигается разрушение клеточной стенки растений, благодаря чему увеличивается извлечение биологически активных веществ и вероятность взаимодействия с реагентами. Твердофазная механохимическая технология переработки растительного сырья имеет ряд экономических и экологических преимуществ.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. *Реактивы и материалы* D(+)-Glucose (99%, Acros Organics), целлюлозолиический ферментативный препарат "Целловиридин" (торговая марка "Целлолюкс 2000") (АО Сиббиофарм, г. Новосибирск, Россия); ацетатный буфер с pH 4.7, молибдат аммония х.ч. ГОСТ 3765-78, серная кислота х.ч. ГОСТ 4204 («Реахим»), аскорбиновая кислота ГОСТ 4815 ч.д.а., щавелевая кислота х.ч. ГОСТ 22180-76, ацетат аммония ч. ГОСТ 3117-78, аммиак х.ч. ГОСТ 3760-79, силикат натрия ГОСТ 50418-92, , шелуха риса (Краснодарский край, Россия), порошок зеленого чая *Camelia sinensis (L)* (ООО «ДагомысЧай», Россия), дрожжи сушёные (Новосибирский дрожжевой завод, Россия).

Целлюлозолитический препарат представляет собой смесь ферментов, образующуюся при сушке культуральной жидкости грибов *Trichoderma viride*. В состав препарата входит: ксиланаза – 8000 ед.активн./г, целлюлаза – 2000 ед.активн./г, β-глюканаза – до 1500 ед.активн./г, глюкоамилаза – 20 ед.активн./г.

Электронномикроскопическое исследование проводили на сканирующем электронном микроскопе Hitachi ТМ-3000 (Япония).

Удельную поверхность образцов определяли по тепловой десорбции аргона на приборе «Сорбиметр М» (Россия).

2.2. *Механическая обработка шелухи риса* проводилась в роликовой мельнице РМ-20 (Россия) при 1000 грм и водяном охлаждении. Время пребывания обрабатываемого материала в зоне воздействия 40-60 секунд.

2.3. *Проведение ферментативного гидролиза*. Растворение полученных образцов осуществляли при рН 4.7 с добавлением 2 % ферментативного комплекса “Целловиридин”, при гидромодуле 5000, температуре 50 °С и перемешивании 120 грм. Через каждые 60 минут отбирались пробы для спектрофотометрического анализа водорастворимых компонентов.

2.4. *Спектрофотометрическое определение водорастворимых мономерных форм кремния*. Анализ содержания мономерных форм кремния проводили фотометрическим методом на приборе спектрофотометр UNICO-2800 (США). В пробирку на 5 мл отбирали 700 мкл исследуемого раствора, добавляли 150 мкл раствора молибдата аммония (0,5 М) и выдерживали 10 минут, для того чтобы образовался желтый кремне-молибденовый комплекс. После этого к раствору прибавляли 3.15 мл воды и 300 мкл смеси аскорбиновой (0,4 М) и щавелевой кислот (0,7 М). Через 30 минут проводили фотометрическое измерение при длинах волн 810 и 1000 нм. Для построения калибровочных кривых использовались стандартные растворы силиката натрия с концентрациями 400-3200 мкг/мл.

2.5. *Определение количества водорастворимых углеводов* проводили восстановлением калия железосинеродистого $K_3[Fe(CN)_6]$. Для этого к 1.0 мл растворов углеводов с концентрацией от 30 до 150 мг/л добавляли по 3.0 мл 0.06 % раствора $K_3[Fe(CN)_6]$, перемешивали и выдерживали при 100 °С в течение 10 минут. После охлаждения растворы фотометрировали при длине волны 420 нм, против дистиллированной воды. Для построения калибровочных кривых использовались стандартные растворы глюкозы с концентрациями 30.0-150 мг/л.

2.6. *ВЭЖ- анализ галлокатехинов растительного сырья*.

Воздушно-сухой чайный лист измельчали до размеров частиц менее 500 мкм. Экстракцию образцов проводили бидистиллированной водой при гидромодуле 1000, комнатной температуре и постоянном перемешивании в течение 1 часа. Полученный экстракт центрифугировали при 8000 мин^{-1} 15 минут. Супернатант фильтровали через фильтр с размером пор менее 5 мкм и анализировали на хроматографе Миллихром А-02. В качестве элюента использовали смесь воды, ацетонитрила и фосфорной кислоты.

2.7. *Определение антиоксидантной активности (АОА)* определялась по аттестованной методике измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах лекарственных растений амперометрическим методом в пересчёте на стандарт – кверцетин. Анализ проводился на приборе ЦветЯуза-01АА (Россия).

2.8. *Биологические испытания* препарата были проведены в 2009 году на гусиной ферме в Новосибирской области. Испытания проводились на гусях мясного направления продуктивности в период откорма. Были сформированы опытная и контрольная группы животных, по 50 голов в каждой. Рацион рассчитан и составлен согласно зоотехническим нормам по структуре и питательности. Испытуемая добавка добавлялась к основному корму в количестве 1 % по массе. Спустя 55 дней гуси забивались, отбирались образцы крови, мышечной ткани. Привесы и расход корма контролировались еженедельно.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. *Механическая обработка рисовой шелухи*.

Известно, что в рисовой шелухе и некоторых растений кремний находится в составе гидратного

аморфного кремнезема в форме силикагеля или опала. Кремнезем концентрируется у внешних поверхностей растительных тканей, где конденсируется с образованием целлюлозно-кремнеземной оболочки (Parka et al. 2003). Эта оболочка плотная и жесткая, препятствующая как механическим, так и химическим воздействиям на глубинные ткани. Поэтому основной задачей механической обработки является сшелушивание кремневой мембраны, её измельчение и увеличение площади поверхности сырья для взаимодействия с реагентами или ферментами.

Были определены оптимальные условия механохимического извлечения диоксида кремния из матрицы растительного сырья. Для этого исходная шелуха риса была обработана в механических активаторах с различными типами воздействия. Установлено, что наилучшим образом измельчение протекает с использованием активаторов с истирающе-раздавливающим типом механического воздействия. При менее эффективном ударно-сдвиговом режиме обработки не происходит значительного воздействия на растительных тканей данного сырья, кремнеземная мембрана сохраняется и препятствует измельчению сырья.

Как показано на рис 1, при обработке рисовой шелухи в кольцевой мельнице РМ-20 происходит нарушение морфологии растительных тканей, заключающееся в значительном измельчении частиц и тонком измельчении, сдушивании кремнезёмной мембраны.

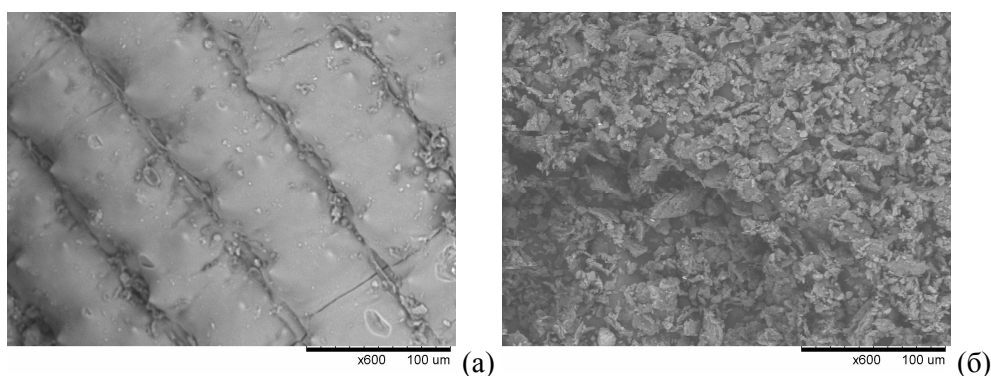


Рис.1. Микрофотографии рисовой шелухи: а – исходной, б – после механической активации.

Механическая активация заметно нарушает строение природного композита, открывает доступ к целлюлозе. Методом адсорбции азота показано, что удельная площадь поверхности, в наибольшей степени влияющая на процессы последующего гидролиза, увеличивается с 0,4 до 2,3 м²/г.

Для оценки влияния перечисленных процессов на степень механического разупорядочения структуры шелухи был проведен ферментативный гидролиз исходного сырья и продуктов механической обработки. Степени конверсии углеводных полимеров в растворимые сахара представлены на рис. 2.

Частицы исходного растительного сырья достаточно крупные и площадь поверхности доступной для молекул фермента небольшая, к тому же защищена кремнеземной оболочкой. Поэтому ферментативный гидролиз исходного сырья не приводит к существенному превращению полисахаридов в растворимые сахара. Так же проведению ферментативного гидролиза целлюлозы до больших степеней превращения субстрата препятствует его фибриллярная структура и кристалличность. Механическая обработка рисовой шелухи приводит к существенной аморфизации целлюлозы, уменьшению индекса кристалличности с 36 % до 12% что способствует повышению степени конверсии.

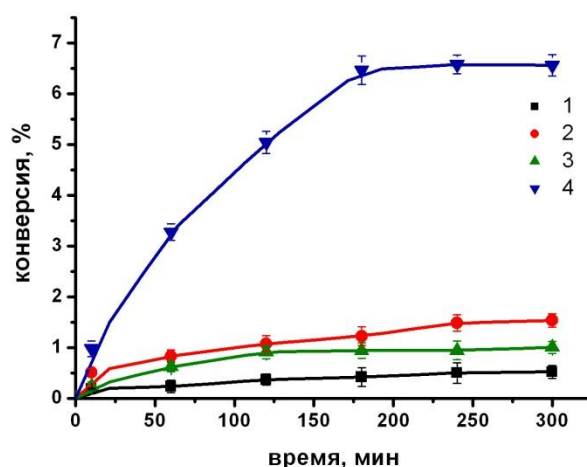


Рис. 2. Степень конверсии в водорастворимые углеводы: 1- исходная рисовая шелуха, 2 – рисовая шелуха после ферментативного гидролиза, 3 – рисовая шелуха после механической обработки, 4 – рисовая шелуха после механоферментативной обработки.

Предварительная механическая активация с последующим проведением ферментативного гидролиза значительно повышает конверсии с 0,5 до 6,7 %, что связано с увеличением поверхности, разупорядочением структур, аморфизации целлюлозы и снятием влияния кремневой оболочки.

Таким образом, можно заключить, что механическая активация приводит к увеличению биологической доступности углеводных компонентов рисовой шелухи, а следовательно и увеличению её пищевой ценности.

3.2. Механическая активация взаимодействия диоксида кремния из рисовой шелухи и полифенолами.

Наибольшей биологической эффективностью обладают соединения кремния с органическими веществами. Кремний образует комплексные соединения с кислород- и азотсодержащими органическими соединениями. Условиями для их образования является отсутствие пространственных ограничений и нужная ориентация координированных атомов. Этим требованиям отвечают ароматические соединения, содержащие гидроксильные группы в ортоположении. Обычно для получения хелатных комплексов кремния с полифенолами используют методы, основанные на взаимодействии реагентов в водных растворах оснований при длительном нагревании (Rosenheim et al 1931; Dennis and Bfrnum 1972; Yamasaki et al. 1995) Такие способы получения многостадийны и сложны, кроме того полифенолы в жидкой фазе легко окисляются и полимеризуются, протекают побочные реакции.

Ранее было показано (Шаполова и др. 2010, 2011), что осуществить взаимодействие диоксида кремния с полифенольными соединениями можно твердофазным механохимическим методом. При совместном механической обработке реагентов происходит образование поверхностных комплексов диоксида кремния, обладающих повышенной биологической усвояемостью. Кроме того, в ходе твердофазного механохимического синтеза реагенты и продукты находятся в устойчивой твердой форме, что позволяет предотвратить окисление и потери биологически активных компонентов.

Хелатирующим агентом для диоксида кремния из шелухи риса риса могут являться

полифенолы, содержащиеся в отходах переработки зелёного чая (ветки, крупные, раскрошенные листья чая, чайная пыль). При помощи ВЭЖХ определены три основных вещества отходов чайного производства, с которыми диоксид кремния может взаимодействовать: эпигаллокатехин, эпигаллокатехингаллат, эпикатехингаллат. Общее содержание этих компонентов может достигать 10-15 % от биомассы чайных отходов.

В результате механохимической обработки галлокатехинов в составе отходов чайного производства с диоксидом кремния рисовой шелухи получены системы, при контакте которых с водой наблюдается повышение скорости растворения диоксида кремния в 2 раза (рис. 3) по сравнению с рисовой шелухой, механически обработанной без полифенольных добавок.

Известно, что рисовая шелуха проявляет умеренную антиоксидантную активность (АОА). Это связано с наличием полифенольных кислот, в частности с наличием феруловой, галлиевой, *n*-кумаровой кислот (Butsat et al., 2009). В результате механической активации рисовой лузги удельная поверхность увеличивается с 0,5 м²/г до 1,1 м²/г, АОА возрастает с 0,9 до 2,8 мг кверцетина на грамм вещества. Добавление зеленого чая в количестве 10 % приводит к увеличению антиоксидантной активности препарата до 6,5 мг кверцетина на грамм вещества. Таким образом, препарат, полученный методом твердофазного механохимического взаимодействия, проявляет антиоксидантную активность, и может быть использован для минимизации окислительного стресса.

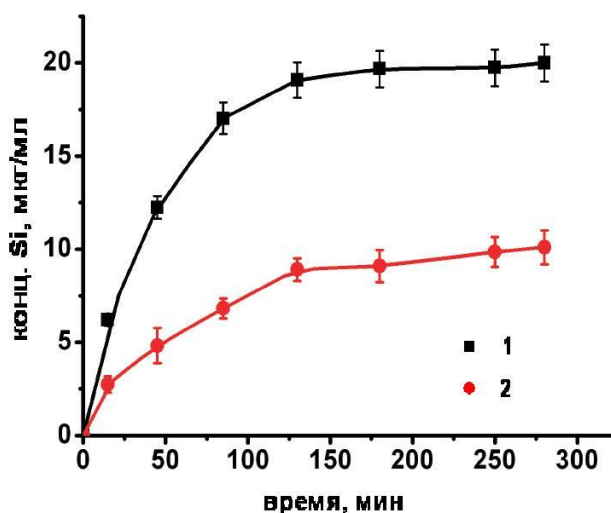


Рис. 3. Динамика растворения диоксида кремния: 1 - из механокомпозита на основе рисовой шелухи и зеленого чая, 2- из рисовой шелухи.

3.3. Влияние препарата на жизнедеятельность сельскохозяйственных животных.

Препарат, полученный путем совместной механохимической активации шелухи риса (90 % масс.) и зеленого чая (10%), добавляли в рацион домашних птиц и измеряли весовые (таб. 1) и биохимические показатели.

Таб. 1. Влияние препарата на прирост массы домашних гусей.

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Средняя живая масса, на начало опыта кг	1,172	1,108
Средняя живая масса, через 30 дней выращивания кг	2,179	2,187
Среднесуточный прирост, г	33,5±0,002	36,0±0,001
Средняя живая масса, через 55 дней выращивания кг	2,580	2,739
Среднесуточный прирост, г	16,0±0,002	22,1±0,002
Валовой прирост, кг	1,408	1,631
Потреблено корма на голову, кг	11,36	11,03
Затраты корма на 1 г прироста, г	8,07	6,76

Гематологические исследования показали, что целевой продукт благотворно повлиял на минеральный обмен. Кроме того, опытные гуси имели более стойкий иммунитет. Образцы средней пробы мышечной ткани и печени явных изменений не имели, что подтверждает безопасность скармливания целевого продукта.

Методом оптической спектроскопии показано *in vitro*, что в присутствии частиц целевого продукта наблюдается закрепление болезнетворных бактерий *Salmonella enterica* на поверхности этих частиц, что влечёт за собой выведение болезнетворных бактерий из организма вместе с этими частицами. Таким образом, целевой продукт проявляет энтеросорбционные свойства.

Установлено, что целевой продукт благоприятно влияет на организм в целом, стимулирует обмен веществ, иммунитет, нормализует минеральный и липидный обмен, а также улучшает использование питательных веществ корма. Валовой прирост опытных гусей был выше на 16 %, чем у животных из контрольной группы., затраты корма на 1 г прироста снижаются на 17 %.

3.4. Получение комплексного препарата, содержащего биологически активный диоксид кремния, полифенолы и маннанолигосахариды.

Для усиления биологической активности, проявляемой препаратом, содержащим диоксид кремния и катехины зелёного чая, было предложено ввести в его состав вещество, содержащее маннанолигосахариды.

Известно, что дрожжевые маннанолигосахариды обладают превентивным антибактериальным действием по отношению к болезнетворным микроорганизмам, ответственным за возникновение заболеваний желудочно-кишечного тракта. Находясь на поверхности разрушенных клеточных стенок, маннанолигосахариды прикрепляются к болезнетворным бактериям и препятствуют возникновению заболеваний (Коптев и др. 2011).

В качестве источника маннанолигосахаридов наиболее рационально использовать некондиционную биомассу пищевых дрожжей, а также дрожжесодержащие отходы спиртовых производств. Использование в качестве дрожжевой биомассы отработанные дрожжи спиртовых

производство позволяет дополнительно удешевить процесс получения комплексной добавки и значительно расширить сырьевую базу производства.

Для получения комплексных препаратов использовалась совместная механическая обработка компонентов в роликовой мельнице РМ-20. Получившийся продукт, кроме повышенной концентрации биодоступного кремнезёма обладает антиоксидантными и антибактериальными действиями (за счёт сорбционных свойств активированной шелухи риса и дрожжевых маннанолигосахаридов).

Эффективность препаратов проверена экспериментально. Для иллюстрации положительного действия маннанолигосахаридного компонента, проведён эксперимент в котором механически обработанная в аналогичных условиях дрожжевая биомасса использовалась в качестве профилактического средства при кормлении гусей мясного направления продуктивности. Результаты испытаний представлены в таб. 2.

Таб. 2. Динамика среднесуточного прироста живой массы, падежа и сохранности опытных гусей.

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
В начале эксперимента (возраст гусей – 2 мес.)		
Средняя живая масса, кг	1,17	1,04
Через 55 дней		
Средняя живая масса, кг	2,58	2,64
Среднесуточный прирост, г	16,0	19,1
Валовой прирост, кг	1,41	1,61
Затраты корма на 1 г прироста, г	8,07	6,82

Видно, что дрожжевые маннанолигосахариды, вводимые как один из активных компонентов в комплексную добавку, оказывают положительное влияние на весовые показатели подопытных животных. Они стимулируют обмен веществ и улучшают использование питательных веществ корма. Отклонений в составе мышечной ткани обнаружено не было.

4. ВЫВОДЫ

- Таким образом, показано, что механическая активация является эффективным способом переработки рисовой шелухи, так как позволяет значительно измельчить сырьё, разупорядочить структуру лигноцеллюлозы и разрушить и кремнезёмную мембрану. Это позволяет повысить её пищеварительную ценность и активность взаимодействия компонентов с хелатирующими реагентами и ферментами.

- Совместная механическая активация рисовой шелухи с галлокатахинами отходов чайного производства приводит к повышению скорости растворения диоксида кремния в 2 раза по сравнению с рисовой шелухой, механически обработанной без добавок.
- Введение в состав комплексной кормовой добавки механически обработанной дрожжевой биомассы способствует увеличению её биологической активности за счёт маннанолигосахаридов, способных блокировать болезнетворные бактерии. Использование в качестве дрожжевой биомассы отработанные дрожжи спиртовых производств позволяет дополнительно удешевить процесс получения комплексной добавки и значительно расширить сырьевую базу производства.
- Полученная механохимическим способом из отходов рисового, чайного и спиртового производства кормовая добавка обладает антиоксидантной активностью, содержит биологически активные соединения кремния с полифенолами, проявляет энтеросорбционные и антибактериальные свойства.
- Продукт положительно влияет на живую массу, валовой прирост и общее состояние здоровья подопытных гусей. Его использование в качестве кормовой добавки позволяет получать дополнительную прибыль.

БЛАГОДАРНОСТИ: работа была выполнена в рамках работ по Государственному контракту № 16.512.11.2165 Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы".

ЛИТЕРАТУРА

- Abdelwahab FS, Nemer A, Sikaily A, Khaled A. Use of rice husk for adsorption of direct dyes from aqueous solution - a case study of direct. *Egyptian journal of aquatic research* 2005; 31(1): 1-11.
- Ang TN, Yoon LW, Lee KM, Ngho GC, Chua ASM, Lee MG Efficiency of ionic liquids in the dissolution of rice husk. *BeoResources* 2011; 6(4): 4790- 800.
- Butsat S, Weerapreeyakul N, Siriamornpun S. Changes in phenolic acids and antioxidant activity in Thai rice husk at five growth stages during grain development. *J Agric Food Chem* 2009; 57: 4566-71.
- Chang C, Page AL, Bingham FT. Heavy metals adsorption by winter wheat following termination of cropland sludge applications. *Journal of Environ. Quality* 1982; 11(4): 750-58.
- Choi KO, Yang SC, Kim DE, Kang WE, Choi YH, Ko S. Improving solubility through carboxymethylation of different-sized endosperm, bran, and husk rice powders. *Food Sci Biotechnol* 2009; 18(6): 1439-46.
- Daffalla SB, Mukhtar H, Shaharun MS. Characterization of adsorbent developed from rice husk: effect of surface functional group on phenol adsorption. *J Appl Sci* 2010; 10: 1060-67.
- Dennis W, Bfrnum K. Reaction of colloidal silica and silica acid in aqueous ammonia. *Inorg Chem* 1972; 11: 424-29.
- Javed SH, Naveed S, Feroze N, Kazmi M. Extracting silica from rice husk treated with potassium permanganate. *Pak J Agri Sci* 2008; 45(4): 459-62.
- Junko U, Katsuyoshi K. Process optimization to prepare high-purity amorphous silica from rice husk via citric acid leaching treatment. *JWRI* 2008; 37(1): 13-17.

Lomovskiy OI, Lomovskiy IO. Mechanochemically assisted extraction. Chapter in Enhancing extraction processes in food industry edited by N. Leovka et. al. Taylor & Francis, 2011, 532 p.

Luduena L, Fasce D, Alvarez VA, Stefani PM. Nanocellulose from rice husk following alkaline treatment to remove silica. *BeoResources* 2011; 6(2): 1440-53.

Markovska IG, Bogdanova BA, Nedelchev NM, Gurova KM. Study on the thermochemical and kinetic characteristics of alkali treated rice husk. *J Chin Chem Sci* 2010; 57: 411-16.

Mochidzuki K, Sakoda A, Suzuki M, Izumi J, Tomonaga N. Structural behavior of rice husk silica in pressurized hot-water treatment processes. *Ind Eng Chem Res* 2001; 40: 5705-9.

Ndazi BS, Nyahumwa C, Tesha J. Chemical and thermal stability of rice husks against alkali treatment. *BeoResources* 2008; 3(4): 1267-77.

Okonko IO, Adeola T, Aloysius FE, Damilola O, Adewale OA. Utilization of food wastes for sustainable. *EJEAFChe* 2009; 8(4): 263-86.

Rosenheim A, Raibmann B, Schendel GZ. Über Brenzcatechinate usw. *Anorg Allg Chem* 1931; 196: 160-76.

Schwartz K, Milne D. Growth-promoting effects of silicon in rats. *Nature* 1972; 239: 333-4.

Sun L, Gong K. Silicon-based materials from rice husks and their applications. *Ind Eng Chem Res* 2001; 40: 5861-77.

Yamasaki N, Wana Y. Dissolution behavior of silica in catechol solution. *Chem Soc Jpn* 1995; 9: 746-8.

Адэйр КР. Рис и его качество. Колос, Москва, 1976, 400 с.

Бычков АЛ, Королев КГ, Рябчикова ЕИ, Ломовский ОИ. Изменения клеточной стенки при механической активации растительной и дрожжевой биомассы. *Химия растительного сырья* 2010; 1: 49-56.

Воронков МГ, Зелчан ГИ, Лукевиц ЭЯ. Кремний и жизнь. Зинатне, Рига, 1978, 587 с.

Ефремова СВ. Рисовая шелуха как возобновляемое сырье и пути её переработки. *Рос Хим Ж* 2011; LV(1): 57-63.

Земнухова ЛА, Шкорина ЕД, Филиппова ИА. Изучение сорбционных свойств шелухи риса и гречихи по отношению к нефтепродуктам. *Химия растительного сырья* 2005; 2: 51-4.

Каравай ЛВ, Левочкина ЛВ. Гидролизованная рисовая шелуха для производства мучных изделий. *Пищевая промышленность* 2008; 11: 53.

Колесников МП. Формы кремния в растениях. *Успехи биологической химии* 2001; 41: 301-22.

Коптев ВЮ, Титова МА, Лексанова ИВ, Павлов АВ, Бычков АЛ. Влияние нового пребиотика содержащего МОС на микрофлору кала молодняка крупного рогатого скота. X Сибирская ветеринарная конференция «Актуальные вопросы ветеринарной медицины», Новосибирск, 17-18 Февраль 2011, с 68-69.

Куцакова ВЕ, Браславский АВ. Способ получения гидролизата из шелухи риса и других злаков. 2005 Пат. РФ № 2262242.

Ломовский ОИ, Болдырев ВВ. Механохимия в решении экологических задач. ГПНТБ СО РАН, Новосибирск, 2006, 221с.

Сергиенко ВИ, Земнухова ЛА, Егоров АГ, Шкорина ЕД, Василюк НС. Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи. Рос Хим Ж 2004; XLVIII(3): 116-124.

Шаполова ЕГ, Королев КГ, Ломовский ОИ. Механохимическое взаимодействие диоксида кремния с хелатирующими полифенольными соединениями и получение растворимых молекулярных форм кремния. Химия в интересах устойчивого развития 2010; 18(5): 663-8.

Шаполова ЕГ, Ломовский ОИ. Механохимическая солубилизация диоксида кремния полифенольными соединениями в составе растительного сырья. Химия растительного сырья 2011; 4: 85-92.

**RESEARCH OF STRUCTURE AND PROPERTIES VIBRO-SOUND-PROOF
EPOXYPOLYURETHANE COMPOSITE MATERIALS**

Denis Zharin, Marat Gumerov, Azat Gumerov, Lenar Shafigullin

Камская государственная инженерно-экономическая академия, 423810, Naberezhnyi Chelny

Abstract

In article researches of structure and properties vibro-sound-proof epoxyurethane composite materials applied in mechanical engineering are presented. On the basis of the revealed laws and synergetics the approach to an estimation of vibro-sound-proof properties the mathematical models allowing from a fine precision to predict their property are developed. Are analysed fractal structure epoxyurethane a composite. Critical indexes – universal indicators of macrostructural topology of composit system are analysed and defined and specified from the value, responsible vibro-sound-proof properties. Effective structures epoxyurethane composites with high vibro-sound-proof properties are developed.

Key words: epoxyurethane composit materials, structure, vibro-sound-proof properties.

Периодические вибрации и шумы, возникающие при механической обработке резанием, оказывают нежелательное воздействие на качество изготавливаемых деталей и изделий, а также на условия труда на производстве. В этой связи, задача разработки материалов, снижающих вредные вибрации и шумы, для использования, например, в элементах станочной системы является весьма актуальной.

Проблема снижения уровня звука в строительной индустрии эффективно решается путём использования деталей или прокладочных материалов с открытой пористостью (гидробетон, паста «Антивибрит»). Но из-за отсутствия в комплексе одновременно высоких звукопоглощающих, вибродемпфирующих и деформационно-прочностных свойств такие материалы не нашли широкого распространения в машиностроении в качестве конструкционных материалов и изделий, например, установочных пластин под резцы токарных станков. Однако, варьируя широким спектром подбора термореактивных смол, модифицирующих компонентов, наполнителей, оптимизацией конструирования композитной системы возможно получение такого рода уникальных композитов.

Для решения данной проблемы необходима разработка новых методов расчёта и прогнозирования звукопоглощающих, вибродемпфирующих и упругих свойств полимерных композиционных материалов, а также оптимизация составов при их создании.

Исследование проводили на эпоксидных, полиэфирных и эпоксиполиуретановых композитных материалах. В качестве матричных материалов использовали: эпоксидную смолу ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), дибутилфталат (ДБФ) (ГОСТ 8728-88), полиэтиленполиамин (ПЭПА) ТУ 2413-357-00203447-99, полиэфирную смолу 540-М 888, пероксид №1 (раствор перекиси метилэтилкетона в диметилфталате), простой полиэфир (Сарэл А-04) и полиизоцианат (Сарэл Б-04). В качестве наполнителей композиционных материалов использовали: диабаз ($\rho_n=2900$ кг/м³, $S_{уд}=250$ м²/кг), отходы литейного производства (ОЛП) ($\rho_n=3100$ кг/м³, $S_{уд}=250$ м²/кг), аэросил А 300 ($S_{уд}=300$ м²/кг), керамзит ($\rho_n=2650$ кг/м³, $S_{уд}=250$ м²/кг) ($S_{уд}$ - удельная поверхность наполнителя; ρ_n - объёмное содержание наполнителя).

Оценка звукопоглощающих (K_z – коэффициент поглощения звука), демпфирующих (Q^{-1}) и упругих (E_d) свойств композиционных материалов проведена тестированным оборудованием фирмы «Брюль и Кьер» (труба Кундта 4002, прибор для измерения динамического модуля упругости и коэффициента потерь типа 3930) согласно действующим ГОСТам и нормативным документам.

В ходе проведенных теоретико-экспериментальных исследований жёстких звукоизоляционных материалов ($\sigma_{сж} > 0,15$ МПа) подтверждена эффективность модифицирования эпоксиполиуретановых матричных композитов добавками простого полиэфира (Сарэл А-04) и полиизоцианата (Сарэл Б-04) (рисунок 1-4).

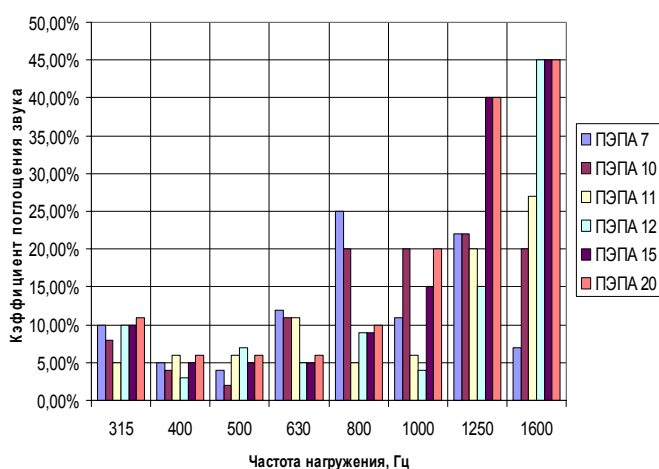


Рисунок 1. Влияние концентрации ПЭПА на K_z

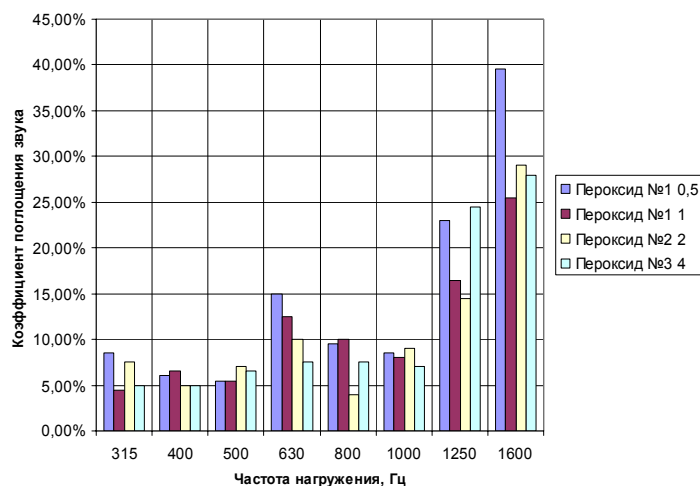


Рисунок 2. Влияние концентрации пероксида №1 на K_z

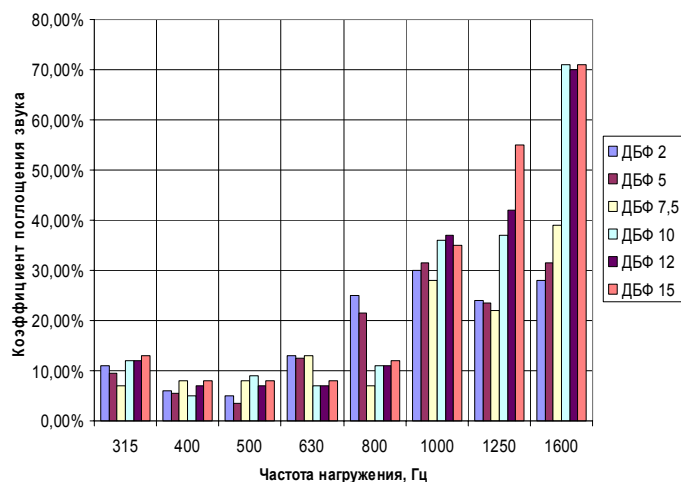


Рисунок 3. Влияние концентрации ДБФ на K_3

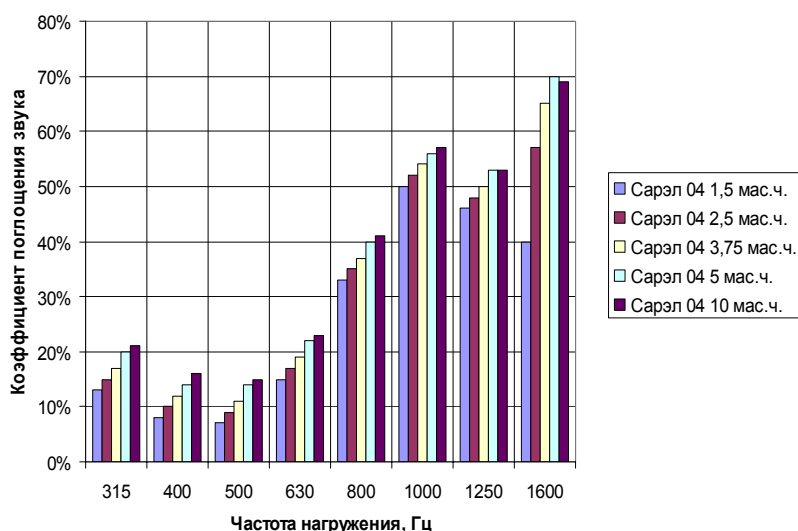


Рисунок 4. Влияние концентрации Сарэл 04 на K_3

Химическое взаимодействие отдельных компонентов протекает по стандартным схемам, однако, часть непрореагировавшего полиэтиленамина взаимодействует с полиизоцианатом с образованием гель-фракции, которая в дальнейшем выступает в роли дополнительного источника звукопоглощения и сопровождается повышением пористости исследуемых композитов (рисунок 5) [1].

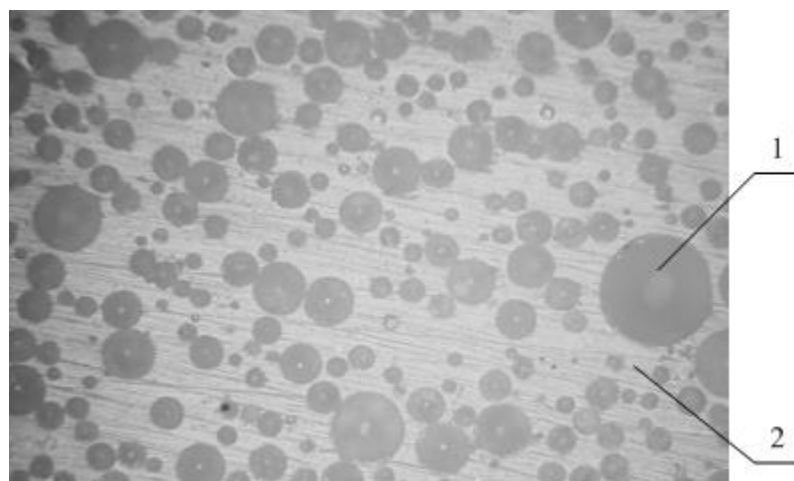


Рисунок 5. Микроструктура эпоксиполиуретанового композита (x70):

1 - поры; 2 - полимерная матрица

В результате проведённых экспериментальных исследований определены эффективные составы жёстких звукопоглощающих материалов при различных условиях частотного нагружения системы, относящихся к разным классам акустических материалов (таблица 1).

Таблица 1. Сравнительная таблица разработанных эффективных составов звукопоглощающих акустических материалов с эталонными российскими и зарубежными аналогами

Состав в масс.ч	Частота нагружения 1600, Гц
	Акустические звукопоглощающие материалы класса С, среднеарифметическая частота от 500 Гц до 2000 Гц
	Коэффициент поглощения звука
ЭД-20 – 100 масс.ч.; ПЭПА 20 – 20 масс.ч.	45%
ЭД-20 – 100 масс.ч.; ПЭПА – 11 масс.ч.; ДБФ - 12,0 масс.ч.	70%
ЭД-20 – 100 масс.ч.; ПЭПА – 11 масс.ч.; ДБФ - 15,0 масс.ч.	71%
ЭД-20 – 100 масс.ч.; ПЭПА – 11 масс.ч.; Сарэл А-04 - 1,25 масс.ч.; Сарэл Б-04 - 1,25 масс.ч.	57%
ЭД-20 – 100 масс.ч.; ПЭПА – 11 масс.ч.; Сарэл - А-04 - 1,875 масс.ч.; Сарэл Б-04 - 1,875 масс.ч.	65%
ЭД-20 – 100 масс.ч.; ПЭПА – 11 масс.ч.; Сарэл А-04 - 5,00 масс.ч.; Сарэл Б-04 - 5,00 масс.ч.	69%
Эталонные аналоги	

AA-25 SMT, от НПП "Техникал Консалтинг", (Россия)	60%
LA 25 S-E от "Персторп-Антифон" (Швеция)	60%

В результате экспериментальных исследований разработаны более эффективные матричные звукопоглощающие материалы по сравнению с эталонными при частотном нагружении 1600 Гц.

Исследования демпфирующих свойств выявили эффективность модификации эпоксидных композитов (рисунки 6-13). Оптимизированы составы матричных вибро- звукопоглощающих полимерных композитов в зависимости от концентрации отвердителей, пластифицирующих и модифицирующих добавок. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Определены концентрационные зависимости E_d от содержания отвердителей, пластифицирующих и модифицирующих добавок (рисунки 10-13).

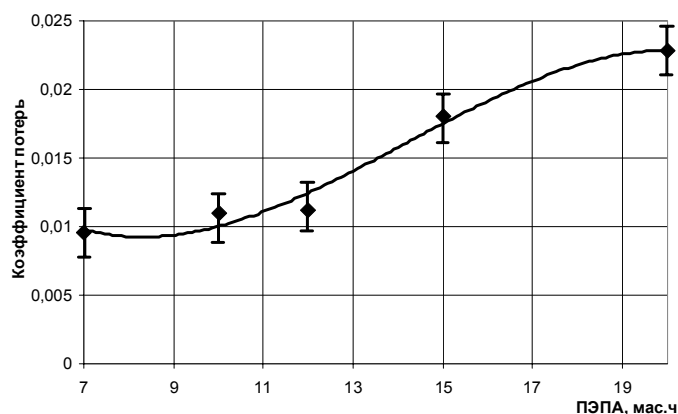


Рисунок 6. Влияние концентрации ПЭПА на Q^{-1} эпоксидного композита

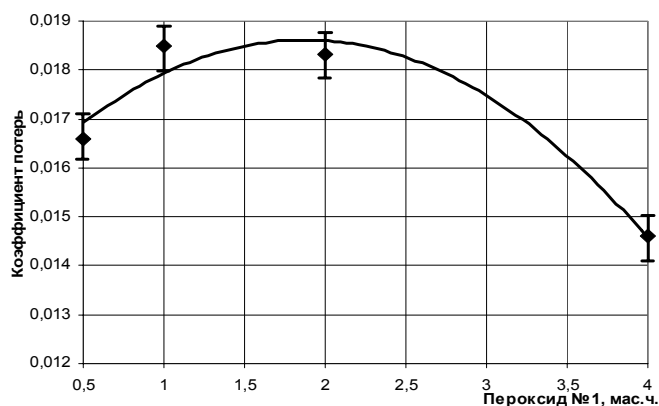


Рисунок 7. Влияние концентрации пероксида №1 на Q^{-1} полиэфирного композита

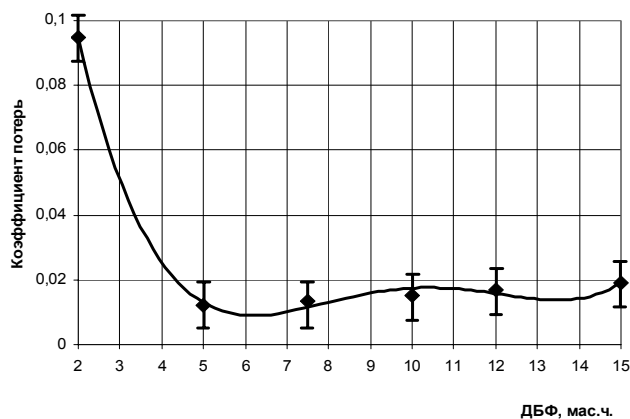


Рисунок 8. Влияние концентрации ДБФ на Q^{-1} эпоксидного композита

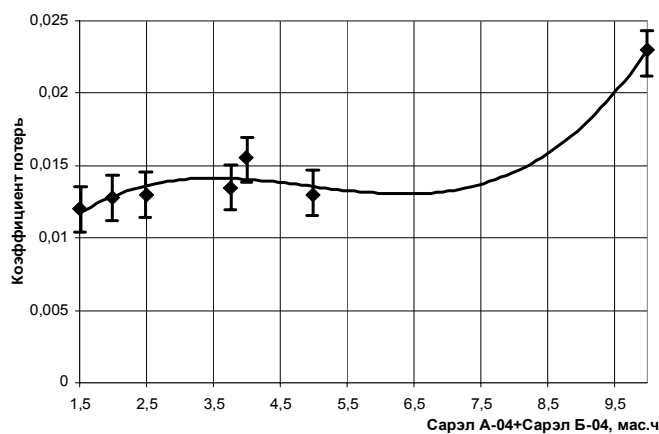


Рисунок 9. Влияние концентрации комплексной добавки на Q^{-1} эпоксидного композита

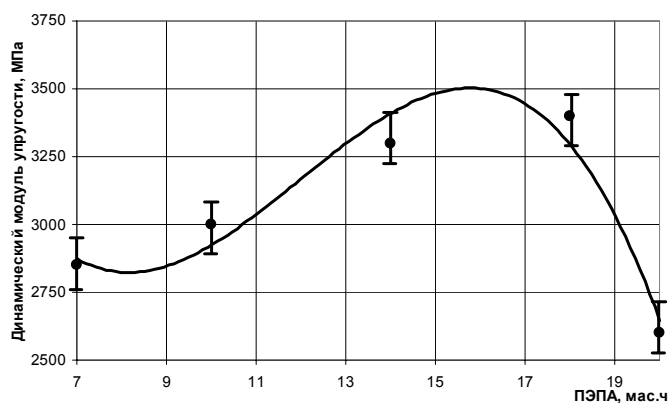


Рисунок 10. Влияние концентрации ПЭПА на E_d эпоксидного композита

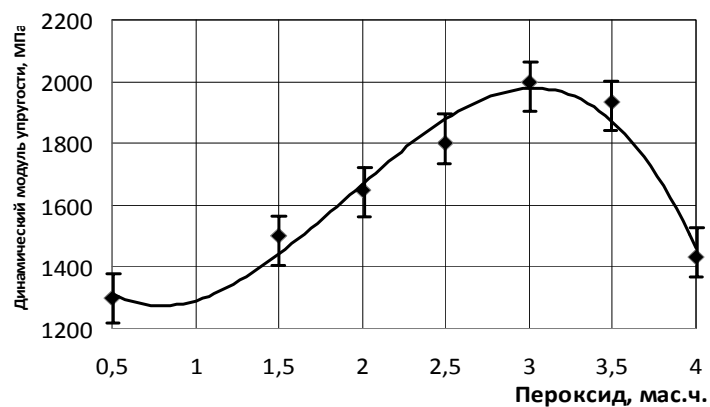


Рисунок 11. Влияние концентрации пероксида №1 на E_d полиэфирного композита

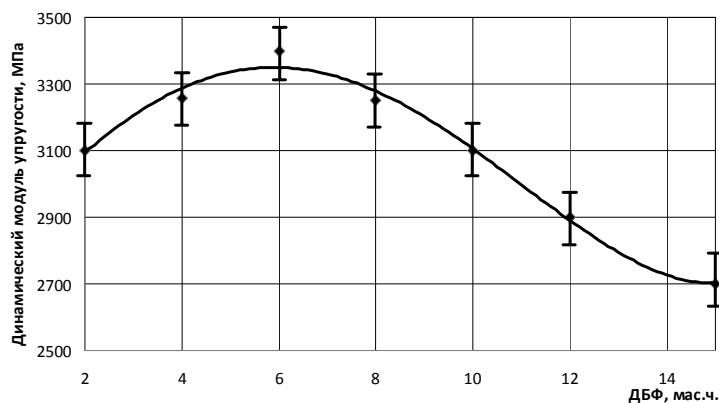


Рисунок 12. Влияние концентрации ДБФ на E_d эпоксидного композита

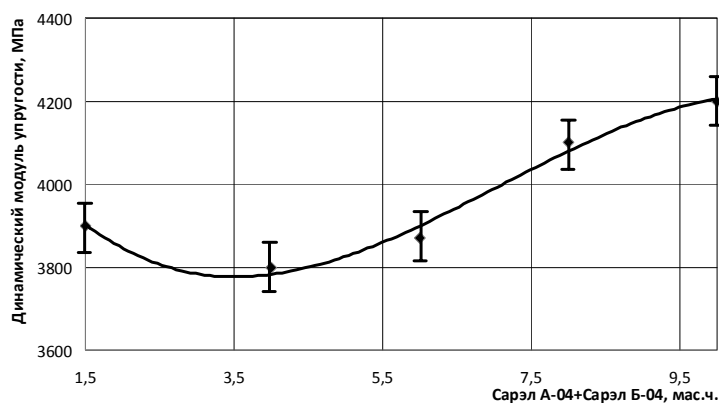


Рисунок 13. Влияние концентрации комплексной добавки на E_d эпоксидного композита

Экспериментальным путём подтверждена эффективность модифицирования эпоксидных композиционных материалов, как однокомпонентными добавками (ДБФ, Сарэл А-04, Сарэл Б-04), так и двухкомпонентными (простой полиэфир+полиизоцианат) (таблица 2) [2].

Таблица 2. Сравнительная таблица разработанных эффективных составов вибродемпфирующих материалов с эталонными отечественными аналогами

Состав	Полимерная матрица	E_d , МПа	Q^{-1}
1	540-М 888 – 100 масс.ч., Пероксид №1 – 1,0 масс.ч.	1250	0,0200
2	ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., ДБФ – 10 масс.ч.	3100	0,0150
3	ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., Сарэл А-04 – 1,875 масс.ч., Сарэл Б-04 – 1,875 масс.ч.	3850	0,0135
Эталонные аналоги			
	Лист «Радуга»	-	0,0200

Проявление высоких вибродемпфирующих свойств вызвано наличием внутреннего вращения атомных групп, которые обуславливаются внутримолекулярными формами вращательных движений этих групп вокруг разных осей. Вращательные движения или степени свободы возле оси полимерной цепи вызваны вращением CH_2 и всей эфирной группы, а степень свободы, относящаяся к боковым группам, вызвана вращением CH_3 .

Приведены результаты (рисунки 14-20, таблица 3) влияния различных наполнителей на звукопоглощающие, вибропоглощающие и упругие свойства композитов. Наполняли оптимизированные матричные составы (таблица 2), причем в качестве наполнителей использовали диабаз, ОЛП, аэросил, керамзит.

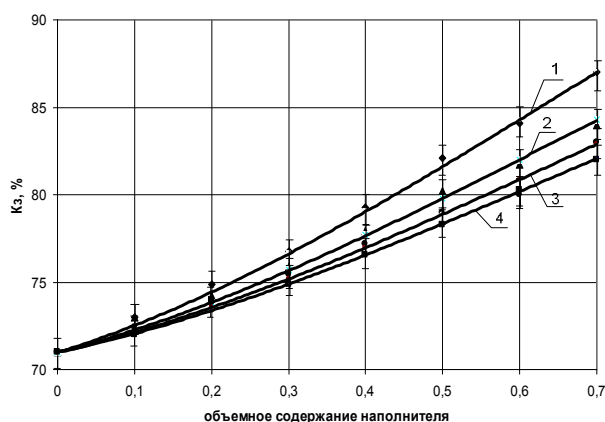


Рисунок 14. Влияние объемного содержания наполнителей на K_z полимерной матрицы (Состав 2) при частоте нагружения 1600 Гц (1 – керамзит; 2 – аэросил; 3 – ОЛП; 4 – диабаз)

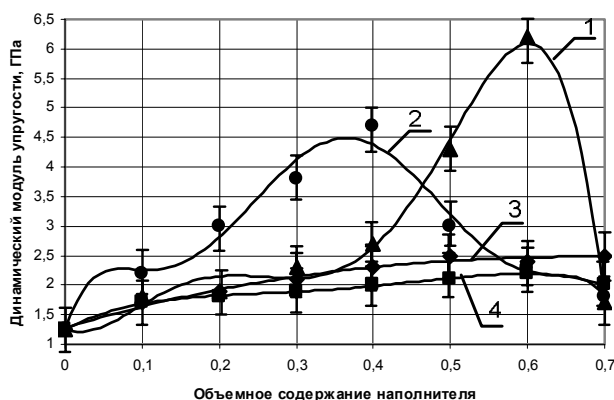


Рисунок 15. Влияние объёмного содержания наполнителей на E_d полимерной матрицы (Состав 1) (1 – ОЛП; 2 – керамзит; 3 – диабаз; 4 – аэросил)

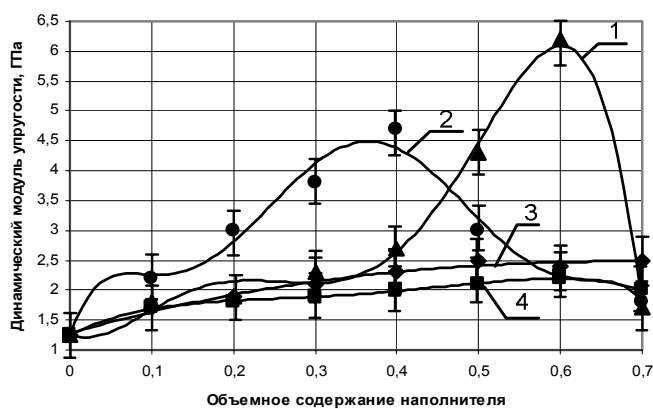


Рисунок 16. Влияние объёмного содержания наполнителей на E_d полимерной матрицы (Состав 2) (1 – ОЛП; 2 – керамзит; 3 – диабаз; 4 – аэросил)

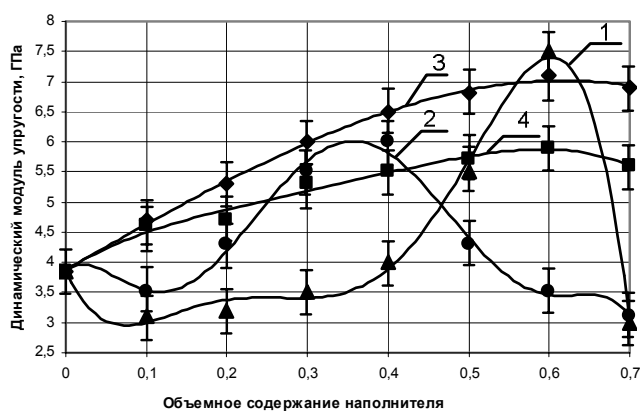


Рисунок 17. Влияние объёмного содержания наполнителей на E_d полимерной матрицы (Состав 3) (1 – ОЛП; 2 – керамзит; 3 – диабаз; 4 – аэросил)

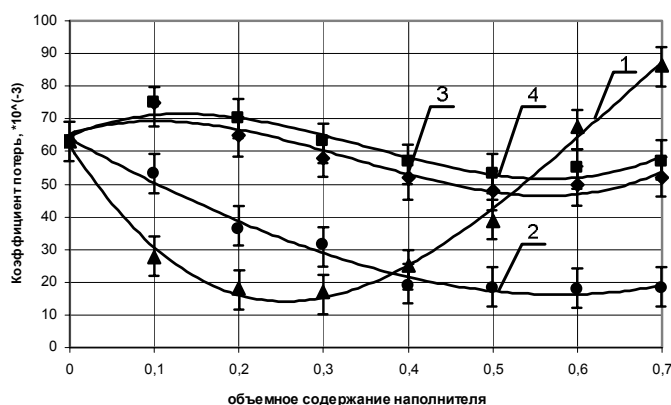


Рисунок 18. Влияние объёмного содержания наполнителей на Q^{-1} полимерной матрицы (Состав 1) (1 – ОЛП; 2 – керамзит; 3 – диабаз; 4 – аэросил)

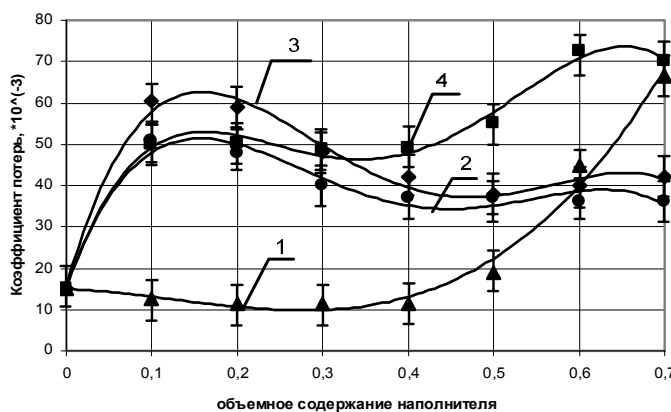


Рисунок 19. Влияние объёмного содержания наполнителей на Q^{-1} полимерной матрицы (Состав 2) (1 – ОЛП; 2 – керамзит; 3 – диабаз; 4 – аэросил)

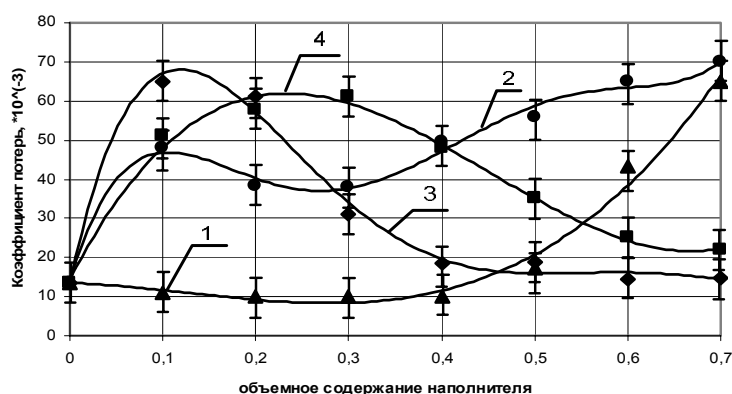


Рисунок 20. Влияние объёмного содержания наполнителей на Q^{-1} полимерной матрицы (Состав 3) (1 – ОЛП; 2 – керамзит; 3 – диабаз; 4 – аэросил)

Таблица 3. Сравнительная таблица разработанных эффективных составов звукопоглощающих акустических наполненных композитных материалов различных классов и эталонных российских и зарубежных аналогов

Состав в масс.ч	Частота нагружения, Гц							
	Акустические звукопоглощающие материалы класса Н, среднеарифметическая частота менее 500 Гц		Акустические звукопоглощающие материалы класса С, среднеарифметическая частота от 500 Гц до 2000 Гц					
	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
	Коэффициент поглощения звука, %							
ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., ДБФ – 10 масс.ч.; Керамзит $\rho=0,7$	24,7	26,2	31,0	46,6	53,5	67,4	80,8	87,0
540-М 888 – 100 масс.ч., Пероксид №1 – 1,0 масс.ч.; Керамзит $\rho=0,7$	25,5	27,9	26,7	35,2	42,1	59,7	70,0	81,0
ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., Сарэл А-04 – 1,875 масс.ч., Сарэл Б-04 – 1,875 масс.ч.; Керамзит $\rho=0,7$	35,7	34,6	48,4	62,2	69,1	72,0	86,6	86,2
ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., ДБФ – 10 масс.ч.; Аэросил $\rho=0,7$	28,2	32,9	40,7	58,3	63,0	67,1	80,1	84,0
540-М 888 – 100 масс.ч., Пероксид №1 – 1,0 масс.ч.; ОЛП $\rho=0,7$	25,3	27,6	43,5	36,7	42,8	69,4	80,3	86,0
продолжение таблицы 3								
ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., Сарэл А-04 – 1,875 масс.ч., Сарэл Б-04 – 1,875 масс.ч.; Аэросил $\rho=0,7$	36,0	36,2	49,0	62,4	69,6	79,5	85,3	89,5
Эталонные аналоги								
АА-25 SMT, от НПП "Текникал Консалтинг", (Россия)	31,0	42,0	52,0	65,0	66,0	79,0	95,0	60,0
LA 25 S-E от "Персторп-Антифон" (Швеция)	40,0	42,0	41,0	44,0	60,0	84,0	95,0	60,0

Результаты экспериментальных исследований звукопоглощающих свойств наполненных композиционных материалов показывают увеличение коэффициента звукопоглощения от 15% до 70% по сравнению с ненаполненными образцами в интервале 1000 – 1600 Гц.

В ходе анализа концентрационных зависимостей установлены полиномиальные закономерности изменения упругих свойств наполненных композиционных материалов (таблица 4).

Таблица 4. Концентрационные зависимости E_d от ϑ наполненных композитов

Вид композита	Наполнитель	E_d , ГПа	R^2
540-М 888 – 100 масс.ч., Пероксид №1 – 1,0 масс.ч.	Керамзит	$E_d = -5520,8 \vartheta^6 + 12076 \vartheta^5 - 9776,4 \vartheta^4 + 3553,2 \vartheta^3 - 569,72 \vartheta^2 + 40,302 \vartheta + 1,2408 ()$	0,9664
	ОЛП	$E_d = -1642,6 \vartheta^5 + 2335,3 \vartheta^4 - 1090,2 \vartheta^3 + 192,57 \vartheta^2 - 6,5876 \vartheta + 1,2754$	0,9919
	Диабаз	$E_d = 1,1364 \vartheta^3 - 4,0801 \vartheta^2 + 4,0298 \vartheta + 1,2735$	0,9853
	Аэросил	$E_d = -43,087 \vartheta^4 + 61,206 \vartheta^3 - 29,796 \vartheta^2 + 6,7137 \vartheta + 1,2536$	0,9973
ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., ДБФ – 10 масс.ч.	Керамзит	$E_d = -5694,4 \vartheta^6 + 12042 \vartheta^5 - 9236,1 \vartheta^4 + 3033,1 \vartheta^3 - 380,93 \vartheta^2 + 13,275 \vartheta + 3,0947$	0,9867
	ОЛП	$E_d = -1929,5 \vartheta^5 + 2914,5 \vartheta^4 - 1525,3 \vartheta^3 + 342,55 \vartheta^2 - 29,932 \vartheta + 3,1202$	0,9935
	Диабаз	$E_d = -5,0505 \vartheta^3 + 1,3745 \vartheta^2 + 4,1944 \vartheta + 3,1364$	0,9801
	Аэросил	$E_d = -41,667 \vartheta^4 + 54,293 \vartheta^3 - 22,841 \vartheta^2 + 5,5079 \vartheta + 3,1091$	0,9773
ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., Сарэл А-04 – 1,875 масс.ч.,	Керамзит	$E_d = -5659,7 \vartheta^6 + 11958 \vartheta^5 - 9155,7 \vartheta^4 + 2994,8 \vartheta^3 - 371,42 \vartheta^2 + 12,136 \vartheta + 3,8447$	0,9866
	ОЛП	$E_d = -1940,7 \vartheta^5 + 2937,4 \vartheta^4 - 1542,8 \vartheta^3 + 348,64 \vartheta^2 - 30,876 \vartheta + 3,87$	0,9936
продолжение таблицы 4			
Сарэл Б-04 – 1,875 масс.ч.	Диабаз	$E_d = -6,6919 \vartheta^3 + 0,0325 \vartheta^2 + 7,621 \vartheta + 3,8765$	0,9980
	Аэросил	$E_d = -41,193 \vartheta^4 + 52,999 \vartheta^3 - 25,194 \vartheta^2 + 8,2687 \vartheta + 3,8725$	0,9822

Для моделирования звукопоглощающих композиционных материалов использована классическая топологическая модель Шкловского-де-Жена, предполагающая формирование суперструктуры бесконечного перколяционного кластера композита в виде искажённого пространственного каркаса, состоящего из частиц наполнителя, разделённых плёночной прослойкой матрицы и делящегося на сам структурный каркас и тупиковые ветви структурного каркаса, что подтверждается микроструктурой, приведённой на рисунке 21.

Для реализации данной модели произведён сравнительный анализ данных экспериментов по K_3

для эпоксидных, полиэфирных и эпоксиполиуретановых композитов и расчётных значений, полученных с помощью методов теории протекания [2].

С учётом всех использованных опытных величин и \mathcal{G} произведён корреляционный анализ уравнения:

$$K_3 = K_{3.м.} (1 + \alpha \cdot \mathcal{G}^\gamma). \quad (1)$$

где $K_{3.м.}$ - коэффициент поглощения звука полимерной матрицы; $\alpha = \frac{K_3}{K_{3.м.}}$ - коэффициент

поглощения звука единичного структурного элемента композита; \mathcal{G} - объемное содержание наполнителя; γ - критический индекс.

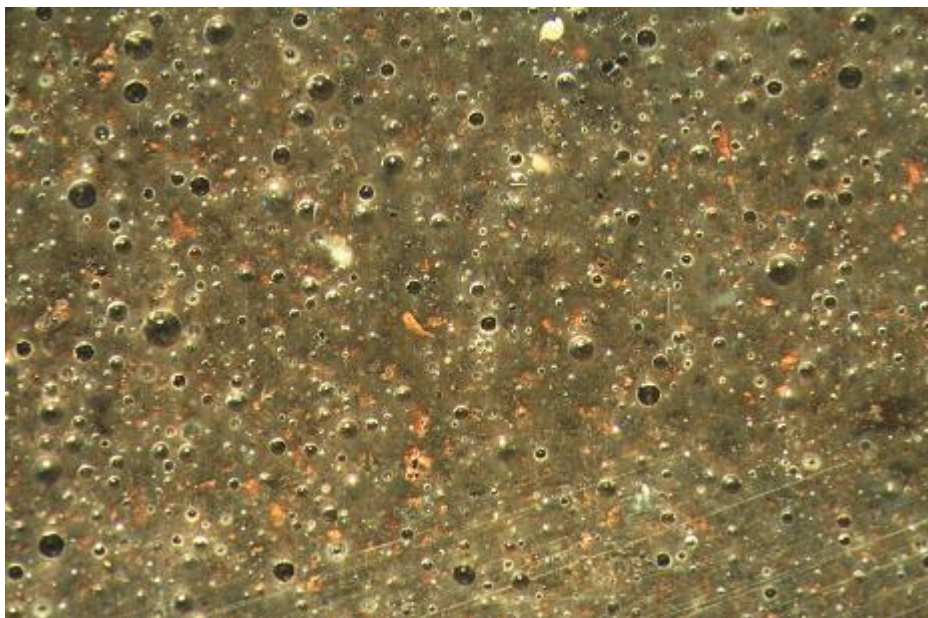


Рисунок 21. Микроструктура наполненного композиционного материала

Получены параметры для модели (1), которые адекватны для различных условий частотного нагружения композитной системы (315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600 Гц). В таблице 5 приведены, как пример, параметры для частоты нагружения 1600 Гц.

В результате проведённого экспериментально-теоретического анализа полимерных дисперсно-наполненных композиционных материалов выявлена структурная зависимость формирования их звукопоглощающих свойств и установлено, что основной механизм поглощения энергии звука сосредоточен в тупиковых ветвях структурного каркаса.

Таблица 5. Параметры перколяционной модели для полимерных звукопоглощающих композиционных материалов для частоты нагружения 1600 Гц

Вид композиита	Наполнитель	$K_{z,m}$	α	γ	R_1^2
		необработанные образцы			
ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., ДБФ – 10 масс.ч.	Керамзит	71,0	0,350	1,23	0,9990
	ОЛП		0,260		0,9967
	Диабаз		0,242		0,9983
	Аэросил		0,290		0,9979
540-М 888 – 100 масс.ч., Пероксид №1 – 1,0 масс.ч.	Керамзит	25,5	3,370	1,23	0,9993
	ОЛП		3,680		0,9998
	Диабаз		3,300		0,9997
	Аэросил		3,550		0,9998
ЭД-20 – 100 масс.ч., ПЭПА – 11 масс.ч., Сарэл А-04 – 1,875 масс.ч., Сарэл Б-04 – 1,875 масс.ч.	Керамзит	65,0	0,510	1,23	0,9988
	ОЛП		0,500		0,9886
	Диабаз		0,450		0,9984
	Аэросил		0,580		0,9937

REFERENCES

1. Жарин Д.Е. Научные основы получения вибропоглощающих строительных полимерных композитов: Автореф. ... доктор. техн. наук. - Казань: 2006. - 46 с.
2. Гумеров М.И. Разработка композиционных материалов с повышенными вибро-звукопоглощающими свойствами для установочных пластин токарных станков: Автореф. дис. ... канд.техн. наук. – Набережные Челны, 2010. - 21 с.

**RECEPTION EPOXY COMPOSITE MATERIALS ON THE BASIS OF A WASTE
OF MACHINE-BUILDING MANUFACTURE**

Denis Zharin, Marat Gumerov

Камская государственная инженерно-экономическая академия, 423810, Naberezhnyi Chelny

Abstract

In article results of researches of physicomechanical properties epoxy the composite materials filled with a waste of machine-building manufacture (a bronze shaving, a steel shaving, a pig-iron shaving, a waste of grinding manufacture) are presented. Laws of change elastic, durability and the absorbing properties of composite materials are identified. Effective intervals of filling for reception of functional composite materials are established. Effective structures of composite materials with high is viscous-elastic properties are developed.

Key words: epoxy composite materials, physicomechanical properties, a waste of machine-building manufacture.

Из всего многообразия различных видов полимерных композитных материалов (КМ) отдельной группой выделяют металлонаполненные композиты. Металлонаполненные КМ - это гетерофазные системы, состоящие из полимерной матрицы и металлического наполнителя. Наибольшее распространение в качестве наполнителей нашли металлические порошки и различные типы стружек – отходы машиностроительного производства.

Свойства металлонаполненных композитов, зависят от свойств полимерной матрицы, объемного содержания наполнителя (v), марки материала наполнителя (сталь, чугун, цветной сплав и др.) и топологии наполнителя [1-3].

Исследования проводили на эпоксидных композитных материалах. В качестве матричных материалов использовали эпоксидную смолу ЭД-20 (ГОСТ 10587-84) и полиэтиленполиамин (ПЭПА) ТУ 2413-357-00203447-99, в качестве наполнителей - отход шлифовального производства (ОШП); чугунную, стальную и бронзовую стружки.

Оценку физико-механических свойств композиционных материалов проводили по коэффициенту внутреннего трения (Q^{-1}), динамическому модулю упругости (E_d) на тестированном оборудовании фирмы «Брюль и Кьер» (труба Кундта 4002, прибор для измерения динамического модуля упругости и коэффициента потерь типа 3930) согласно действующим ГОСТам и нормативным документам.

Оценку экономической эффективности использования отходов машиностроительного производства в качестве наполнителей полимерных композитов проводили по следующим моделям [4, 5]:

- снижение экономического ущерба окружающей среде, достигаемое сокращением количества твёрдых ОШП

$$Y_m = P \cdot \Delta Q \cdot P_{cx}, \quad (1)$$

где P – площадь, необходимая для захоронения 1т твёрдых отходов, га; ΔQ – снижение количества захороняемых твёрдых отходов, т; P_{cx} – средняя прибыль от реализации сельскохозяйственной продукции, полученной с 1 га в данном районе;

- снижение экономического ущерба окружающей среде, достигаемое сокращением количества жидких отходов, содержащихся в ОШП

$$V_{\text{сок}} = \gamma \cdot \sigma \cdot M_{\text{жс}}, \quad (2)$$

где γ – константа, численное значение которой рекомендуется принять 216 при оценке ущерба от сбросов, поступающих в водоёмы, руб/усл.т; σ – величина, численное значение которой зависит от местонахождения водохозяйственного участка в регионе; $M_{\text{жс}}$ – приведённая масса сокращения годового сброса жидких отходов в водохозяйственный участок, усл.т/год, $M_{\text{жс}} = A_{\text{жс}} \cdot m$, $A_{\text{жс}}$ – значение показателя относительной опасности вещества, сбрасываемого в водохозяйственный участок, усл.т/т; m – масса снижения годового сброса вещества, т/год;

- экономический эффект от снижения количества ОШП

$$\mathcal{E} = (Z_y + Z_x) \cdot \Delta Q, \quad (3)$$

где Z_y – удельные затраты на удаление отходов с территории предприятия, руб; Z_x – удельные затраты на захоронение отходов, руб; ΔQ – снижение количества отходов, т;

- хозяйственный экономический эффект

$$\mathcal{E}_{\text{нх}} = \mathcal{E} + Y_m + Y_{\text{жс}}. \quad (4)$$

В ходе экспериментальных исследований установлено, что при динамическом нагружении композитов уже при малых амплитудах деформации наблюдается рассеивание колебательной энергии вследствие внутренних процессов различной природы. Это явление в области амплитуд, не превышающих предела упругости материала, называют внутренним трением, основным диссипативным параметром которого служит коэффициент внутреннего трения [4].

Результаты экспериментов по изучению закономерностей изменения демпфирующих свойств в зависимости от концентрации ОШП и различных типов металлических стружек приведены на рисунке 1.

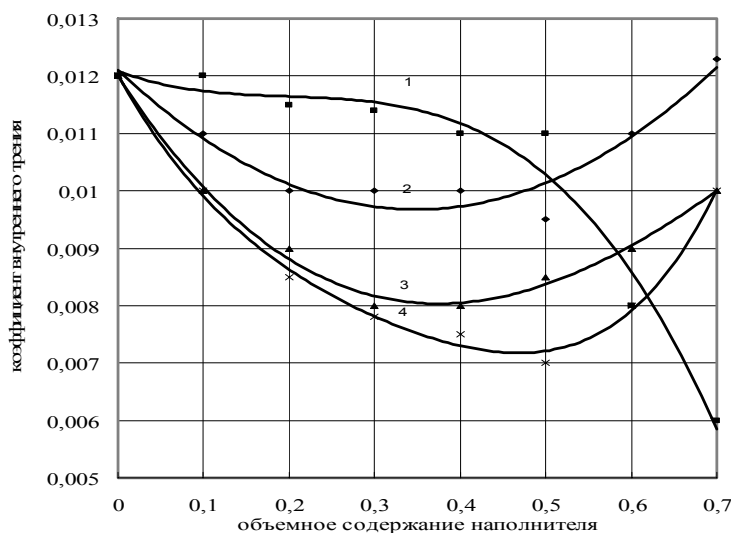


Рисунок 1. Влияние объемного содержания наполнителя на демпфирующие свойства эпоксидного композита (ЭК): 1 – ЭК, наполненный чугуной стружкой; 2 – ЭК, наполненный стальной стружкой; 3 – ЭК, наполненный ЭК, наполненный бронзовой стружкой; 4 – ЭК, наполненный ОШП

Введение наполнителей в полимерную матрицу не приводит к существенному снижению Q^{-1} в интервале наполнения $\nu=0,5\div 0,7$ (рисунок 1, кривые 1, 3, 4). Использование стальной стружки в объемном содержании, близком к предельному наполнению, приводит к росту демпфирующих параметров по сравнению с матричным Q^{-1} . Увеличение Q^{-1} обуславливается ростом структурной пористости композитов, связанной как фактором предельного наполнения, так и топологией (геометрией) сливной стружки [7].

Одним из основных показателей свойств полимерных композитов является динамический модуль упругости. Применение наполнителей из высокомодульных материалов - усиливающих наполнителей [8] (чугунная, бронзовая и стальная стружки, ОШП), хорошо смачиваемых матричным вяжущим, приводит к эффективному повышению упругости композитов (рисунок 2) в интервале наполнения $\nu=0\div 0,7$.

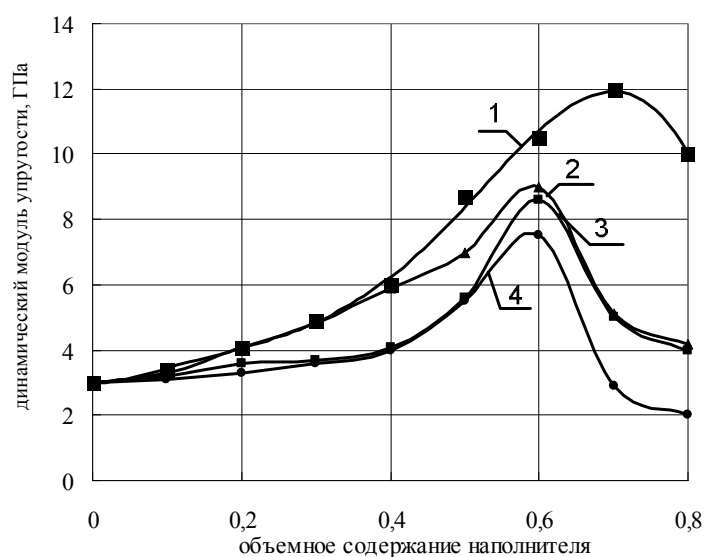


Рисунок 2. Влияние объемного содержания наполнителей на упругие свойства ЭК: 1 – ЭК, наполненный чугунной стружкой; 2 – ЭК, наполненный бронзовой стружкой; 3 – ЭК, наполненный ОШП; 4 – ЭК, наполненный стальной стружкой

С ростом ν усиливающего наполнителя E_d возрастает на исследуемом интервале наполнения. Такое поведение кривых $E_d(\nu)$ для различных видов наполнителей объясняется следующими факторами.

Во-первых, усиливающий наполнитель способствует образованию в эпоксидном композите трехмерной структуры, более эффективно передающей внешние усилия на все частицы наполнителя. При этом образуется гетерогенная система «наполнитель-полимер», модуль упругости которой выше модуля упругости полимерной матрицы.

Во-вторых, часть внешней колебательной нагрузки воспринимается частицами наполнителя, обладающими более высоким модулем упругости, чем полимерная матрица.

В-третьих, наличие частиц наполнителя в композите приводит к упорядочению и ориентации структуры матрицы, что способствует повышению упругих свойств последней.

При описании упругих свойств композитов с дисперсным усиливающим наполнителем (ОШП) в зависимости от ν используется множество уравнений [9]. К наиболее распространенным уравнениям следует отнести:

- уравнение верхнего предела модуля упругости (случай равных деформаций)

$$E_c = E_m (1 - \nu) + \nu E_f, \quad (5)$$

где E_m - модуль упругости матричного материала, E_f - модуль упругости материала наполнителя;

- уравнение нижнего предела модуля упругости (случай равных напряжений)

$$E_c = \frac{E_m E_f}{E_m \nu + E_f (1 - \nu)}; \quad (6)$$

- уравнение Эйнштейна

$$E_c = E_m (1 + 2,5\nu); \quad (7)$$

- уравнение Гута-Смолвуда

$$E_c = E_m (1 + 2,5\nu + 14,1\nu^2); \quad (8)$$

- уравнение Эйлера-Ван-Дийка

$$E_c = E_m \left\{ 1 + \frac{1,25\nu}{1 - \frac{\nu}{0,74}} \right\}^2; \quad (9)$$

- уравнение Кернера

$$E_c = E_m \frac{E_f A_k + B_k}{(E_m A_k + B_k) A_k + B_k}, \quad (10)$$

где $A_k = \frac{\nu}{(7-5\nu)E_m + (8-10\nu)E_f}$; $B_k = \frac{1-\nu}{15(1-\nu)}$, ν - коэффициент Пуассона (для полимеров $\nu \approx 0,5$);

- уравнение Муни

$$E_c = E_m \exp \frac{2,5\nu}{1 - \frac{\nu}{0,74}}; \quad (11)$$

- уравнение Сяо-Халпина

$$E_c = E_m \frac{1 + A_s B_s \nu}{1 - B_s \nu}, \quad (12)$$

где $A_s = \frac{7-5\nu}{8-10\nu}$, $B_s = \frac{\frac{E_f}{E_m} - 1}{\frac{E_f}{E_m} + A_s}$;

- уравнение Нильсена

$$E_c = E_m \frac{1 + 2,5B_s v}{1 - B_s \psi v}, \quad (13)$$

где $\psi = \frac{1 + (1 - \eta)}{\eta^2} v$, $\eta = 0,74$ - плотность правильной плотнейшей упаковки монодисперсных сферических частиц;

- уравнение Исаи

$$E_c = E_m \left\{ \frac{v}{\frac{n}{(n-1) - v^{1/3}} + 1} \right\}, \quad (14)$$

где $n = \frac{E_f}{E_m}$;

- уравнение, полученное с помощью методов теории протекания

$$E_c = E_m (1 + av^t), \quad (15)$$

где $a = \frac{E_1}{E_m}$ - модуль упругости единичного цепочечного элемента перколяционного фрактального каркаса структуры композита.

В области высокого наполнения решения уравнений существенно отличаются между собой. Наиболее близкое решение, включая и область высокого наполнения к экспериментальным значениям E_d , дает уравнение (15), которое может эффективно использоваться в предварительной оценке упругих свойств разрабатываемых композитов.

Композиты, наполненные ОШП и различными видами стружок, имеют экстремальную зависимость $E_d(v)$.

Наиболее адекватным уравнением, описывающим поведение модуля упругости материала в области низкого наполнения (рисунок 2) является уравнение нижнего предела (6). Формула (6) может эффективно использоваться в предварительной оценке динамического модуля упругости вновь разрабатываемого полимерного композита.

В области высокого наполнения наблюдается падение упругости наполненных композитов. Данный эффект объясняется образованием дефектов в структуре материала. Рассмотрим более подробно данный эффект.

С увеличением объемного содержания пористого наполнителя протекает процесс усиления E_d за счет введения в матрицу дисперсных частиц (рисунок 2). Усиление упругих свойств осуществляется в результате близкого действующего взаимодействия отдельных частиц наполнителя, способствующего переводу матричного материала в контактное пространство между частицами наполнителя из его объемного состояния в пленочное, с более высокой упругостью и направленной от частицы к частице структурированностью.

Дальнейшее увеличение концентрации наполнителя способствует формированию жесткой упрочняющей решетчатой системы, которая образуется из частиц наполнителя и прослоек матрицы.

С другой стороны, в композите проявляется процесс ослабления упругих свойств, развивающихся в области высокого наполнения ($\nu > 0,7$). Это, прежде всего, связано с ростом дефектов в структуре композиционного материала.

В связи с недостатком вяжущего и плохой смачиваемости наполнителя образуются поры, которые являются основным источником ослабления упругих свойств композитных материалов.

Упругость композита при определении содержания наполнителя можно охарактеризовать выражением [10, 11]:

$$E_c = E_p - E_d, \quad (16)$$

где E_p - динамический модуль упругости бездефектного композита с учетом эффекта усиления упругих свойств, E_d - динамический модуль упругости с учетом пористости. E_p и E_d монотонно увеличиваются по абсолютной величине с повышением ν , но имеют противоположные знаки.

Очевидно, что при одновременном проявлении усиления и ослабления существует такое оптимальное содержание (ν_0), при котором модуль упругости композита максимален. Величина ν_0 находится из условия равенства нарастания усиления $\left(\frac{dE_p}{d\nu}\right)$ и ослабления упругости $\left(\frac{dE_d}{d\nu}\right)$.

$$\frac{dE_p(\nu_0)}{d\nu} = \frac{dE_d(\nu_0)}{d\nu}, \quad (17)$$

что по существу отвечает условию $\frac{dE(\nu_0)}{d\nu} = 0$. При любом изменении ν в ту или иную сторону

от оптимального значения ν_0 , интенсивности нарастания усиления и ослабления упругости уменьшаются

$$\frac{d^2E_p}{d\nu^2} < 0; \quad \frac{d^2E_d}{d\nu^2} < 0,$$

то есть модуль упругости понижается, что отвечает условию ее максимума при оптимальном наполнении.

Разложим величины усиления и ослабления упругости в зоне их оптимальных значений в ряд Тейлора

$$E_p = E_p(\nu_0) + \frac{dE_p}{d\nu} \Delta\nu - 0,5 \frac{d^2E_p}{d\nu^2} \Delta\nu^2 \dots,$$

$$-E_d = -E_d(\nu_0) + \frac{dE_d}{d\nu} \Delta\nu - 0,5 \frac{d^2E_d}{d\nu^2} \Delta\nu^2 \dots$$

В результате суммирования приведенных выражений получим

$$E_c = E(\nu_0) - 0,5a\Delta\nu^2, \quad (18)$$

где $E(\nu_0) = E_p(\nu_0) - E_d(\nu_0)$ - максимальный модуль упругости композита при оптимальном содержании наполнителя;

$$a = \frac{d^2E_p}{d\nu^2} + \frac{d^2E_d}{d\nu^2}.$$

Согласно условию (17) линейный член по ν в зависимости (18) отсутствует. Из (18) следует, что при любом отклонении $\Delta\nu$ оптимального значения ν_0 упругость композита понижается.

Представленная модель наиболее адекватно характеризует повышение упругости эпоксидного дисперсно-наполненного композита в зоне экстремума.

Анализ экспериментальных данных показал, что для получения композитов с высокими демпфирующими физико-механическими свойствами эффективно применять усиливающие наполнители с ν , близким к предельному содержанию.

Разработанный способ утилизации отходов машиностроительного производства позволяет получать изделия для гражданского и промышленного строительства в качестве материалов для стеновых панелей, подоконников, наливных полов, в мебельном производстве - для изготовления изделий декоративного назначения, деталей мебели. Предлагаемый способ утилизации является экологически чистым и экономически целесообразным, т.к. производство эпоксидных композитов снижает загрязнение окружающей среды и позволяет добиться существенного экономического эффекта.

REFERENCES

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, 656 с.
2. Селиванов О.Ю., Жарин Д.Е. Утилизация производственных отходов шлифовального производства: Материалы междунар. научн.-технич. конференции: «Проблемы научно-технического прогресса в строительстве в преддверии нового тысячелетия», ПГАСА, Пенза, 1999. – С. 37-38.
3. Селиванов О.Ю., Жарин Д.Е. Применение отходов электросварочного производства в качестве наполнителей термоактивных смол: Материалы междунар. научн.-технич. конференции: «Проблемы научно-технического прогресса в строительстве в преддверии нового тысячелетия», ПГАСА, Пенза, 1999. – С. 28-29.
4. Утилизация твердых отходов. В 2-х т. / под ред. Д.Вильсона. – М.: Стройиздат, 1985. – Т.1, 337 с.
5. Пальгунов П.П., Сумороков М.В. Утилизация промышленных отходов. – М.: Стройиздат, 332 с.
6. Демпфирующие свойства полимербетонов. / В.В. Патуроев, А.Н. Волгушев, В.А. Елфимов // Бетон и железобетон. - 1988. - №2, С. 12-13.
7. Селиванов О.Ю., Жарин Д.Е., Гумеров А.Ф., Курин С.В., Кандауров А.П. Влияние концентрации отходов металлообработки на вибродемпфирующие и упругие свойства эпоксидных композитов / Международная научно-практическая конференция: «Композиционные строительные материалы. Теория и практика», ПГАСА, Пенза, 2002. – С. 31 – 33.
8. Жарин, Д.Е. Научные основы получения вибропоглощающих строительных полимерных композитов: Автореф. ... доктор. техн. наук. - Казань: 2006. - 46 с.
9. Синергетика композитных материалов / А.Н. Бобрышев, В.Н. Козомазов, Л.О. Бабин, В.И. Соломатов; под ред. В.И. Соломатова. - Липецк: НПО «ОРИУС», 1994. - 153 с.

10. Эффект усиления свойств в дисперсно-наполненных композитах / Бобрышев А.Н., Калашников В.И., Квасов Д.В., Жарин Д.Е., Голикова Л.Н. / / Изв. вузов. Строительство, 1995. №1.- 8 с.
11. Бобрышев А.Н., Жарин Д.Е., Гумеров А.Ф., Юрасов С.Ю. Оценка фазового состояния структуры полимерных композитов / Пласт. массы, Москва. – 2003. - №1. – С. 19 – 21.

THE FAUNA OF BRYOZOA CHEILOSTOMATA OF THE BLACK SEA.

Valentina I. Gontar

Laboratory of the brackish water hydrobiology, Zoological Institute RAS,

Saint Petersburg, Russia 199034. E-mail: gontar2@yahoo.com

Abstract

Investigation of the fauna and flora in the Black Sea has started during the eighteenth century earlier than in other marine and freshwater basins this part of the World. Literature data were analyzed and together with new data obtained it permitted to revise the bryozoan fauna. New genus Braikovia for science and three new species for the fauna were described. The sea inhabits sixteen species and one variety cheilostomate bryozoa which are mainly autochthonic elements. The most abundant species in the Black Sea are Tendra zostericola and Cryptosula pallasiana, the first is indigenous species in the Black Sea.

Key words: Bryozoa, Cheilostomata, fauna, ecology, history of investigation

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время имеется несколько сводок о фауне мшанок южных морей России. Все они изданы во второй половине XX века. Поэтому необходимо привести в соответствие с современными представлениями сведения о фауне мшанок Черного моря.

Изучение фауны и флоры южных морей (Черного, Азовского, Каспийского и Аральского) началось раньше, чем других морских и пресных водоемов этой части света, в 18 веке. Уже в конце XIX века на берегах этих морей возникли научные учреждения, которые служили для интенсивных и все расширяющихся исследований.

Первым исследователем фауны Черного и Азовского морей был академик Петр Симон Паллас, который во время своего путешествия в Крым и на Кавказ в 1793–1794 гг. особенное внимание обращал на черноморских рыб и впервые указал на генетические связи между фаунами Черного и Каспийского морей. Основной труд Палласа «Zoographia Rosso-Asiatica» был опубликован спустя много лет после его смерти (текст – в 1831 г., таблицы – в 1841 г.). В этой работе Паллас приводит данные о беспозвоночных животных Черного моря, в частности, о мшанковых рифах у Азовского моря из *Eshara lapidosa* Pallas или *Membranipora lapidosa* (*Tamanicella lapidosa* (Pallas, 1801) по Вискова и Коромыслова (2012).

Заинтересованный в развитии горного дела в отечестве, Анатолий Демидов в 1837 году снарядил на свой счет учёную экспедицию для изучения южной России и Крыма. Результаты этой первой по времени научно обставленной экспедиции, уже тогда предвидевшей блестящее будущее русской горнозаводской промышленности, опубликованы в великолепно изданном описании этого путешествия под названием: «Voyage dans la Russie Meridionale et la Crimée par la Hongrie, la Valachie et la Moldavie, execute en 1837, sous la direction de M. Anatol de Demidoff par M. M. de Sainson, Le-Play, Huot, Leveille, Raffet, Rousseau, de Nordmann et du Ponceau».

В 1829—1831 гг. появилось сочинение казанского профессора Эдуарда Эйхвальда «Zoologia specialis», несколько пополнившее сведения о видовом составе фауны рыб и беспозвоночных Черного моря. Эйхвальд впервые после Палласа ставит вопрос об отношениях фаун Каспийского и Черного морей и в одной из своих многочисленных работ рисует картину

геологической истории южнорусских морей, которая, по словам В. К. Совинского (1902), «настолько верна в главных своих чертах, что в настоящее время к ней немного остается прибавить».

В 1833 г. морскую фауну в районах Севастополя, Алупки, Феодосии, Партенита и Керчи изучал Генрих Ратке и пришел к выводу о крайней бедности Черного моря беспозвоночными животными.

В 1837—1846 гг. этот вывод был подтвержден исследованиями профессора Ришельевского лицея в Одессе А. Д. Нордмана, который считал причиной бедности видового состава фауны Черного моря его малую соленость, обусловленную изолированностью от других морских бассейнов и опреснением под влиянием огромного притока речных вод. В 1848 г. академик А. Ф. Миддендорф, изучив фауну моллюсков Черного моря, высказал мнение, что она представляет собой не что иное, как значительно обедненную средиземноморскую фауну.

В 1858 г. берега Черного моря, от Днестровского лимана (Аккерман) до Крыма посетил с целью их зоологического обследования известный русский ихтиолог профессор Карл Федорович Кесслер. Он уделил много внимания беспозвоночным и материал, которым он располагал, убедил его, так же как в свое время Г. Ратке и А. Нордмана, в бедности Черного моря беспозвоночными.

Значительно позднее К. Ф. Кесслер (1877) высказал важные соображения о происхождении фаун Каспийского, Черного и Азовского морей.

«1. Каспийское, Азовское и Черное моря составляли некогда один огромный бассейн.

2. Вода в означенном бассейне была, по всей вероятности, не настоящая морская, а только солоноватая, по крайней мере, при конце существования бассейна.

3. Отделение Каспийского моря от Черного совершилось в весьма отдаленную эпоху, вероятно, еще до наступления последнего геологического периода.

4. Соединение Черного моря со Средиземным, через образование связывающих их в настоящее время проливов, произошло в менее отдаленную эпоху, нежели разъединение Черного и Каспийского морей.

5. Переселение рыб из Средиземного моря в Черное море продолжается и по настоящее время.

6. Черноморская фауна есть фауна самобытная, которая уцелела от древнего Каспийско-Черноморского бассейна, а потом значительно обогатилась и продолжает обогащаться формами средиземноморскими.

7. Аральское море также, по всей вероятности, входило в состав древнего Черноморско-Каспийского бассейна».

Кесслер пишет, что «после соединения Черного моря с Средиземным морем, когда вода в нем сделалась более соленой, коренные рыбы Черного моря почти все откочевали в Одесский залив, в Азовское море, к устьям больших рек».

В 1862 г. изучением фауны Черного моря у берегов Крыма занимался профессор Казанского университета Н. П. Вагнер. Вагнер считал, что фауна не только того района, где он работал (Гурзуф), но «вообще Крымского побережья вовсе не так бедна, как выставляют ее путешественники-зоологи... в итоге едва ли число форм какого-нибудь Северного моря превысит многим количество видов береговой фауны Крыма».

С 1867 г. начинается еще более интенсивное изучение фауны беспозвоночных Черного моря. Начало этим исследованиям было положено харьковским зоологом В. И. Чернявским и

профессором Киевского университета Н. В. Бобрецким. Чернявский начал работать на Черном море в 1867–1868 гг. и исследовал фауну беспозвоночных в различных районах Черного моря, но преимущественно у Ялты и Сухуми. Во всех своих работах Чернявский возражал против взглядов на бедность Черного моря беспозвоночными; стремясь доказать богатство этой фауны, он поддерживал взгляды Вагнера.

Профессор Киевского университета Н. В. Бобрецкий изучал в 1868–1882 гг. фауну кольчатых червей–полихет Черного моря. В 1868–1869 гг. московский зоолог В. Н. Ульянин посетил Одессу, Севастополь, Ялту, Феодосию, Керчь, Новороссийск, Гагры, Пицунду, Сухуми, Поти и озеро Палеостом. Во время этой поездки он собрал довольно большой материал по фауне Черного моря. В 1872 г. он опубликовал свою работу «Материалы для фауны Черного моря», где привел список животных и рассматривал фауну Черного моря как не богатую и возражал Чернявскому. Свою точку зрения на характер и происхождение фауны Черного моря В.Н. Ульянин формулирует в таких словах: «Черноморская фауна есть в сильной степени обедненная средиземноморская, получившая некоторый местный самостоятельный оттенок и в которой находятся только самые незначительные следы характерной арало–каспийской фауны».

В 1872–1874 гг. фауну восточной части Черного моря исследовал Н. Кричагин. К этому же периоду относятся работы Новороссийского (Одесского) университета. В 1868 г. на I съезде русских естествоиспытателей, созванном по инициативе К. Ф. Кесслера, проф. И. Маркузен прочел доклад о фауне Черного моря, в котором подвел итоги двухлетних наблюдений, проведенных в районе Одессы и ее окрестностях. В 1873–1874 гг. изучением фауны Черного моря занимался также одесский зоолог Н. А. Гребницкий. Как Маркузен, так и Гребницкий высказывали соображения о связи Черного моря в отдаленные времена с Северным морем и Ледовитым океаном. Гребницкий по этому поводу писал следующее:

«1. Черноморская фауна представляет не просто, как думают некоторые из натуралистов, в высшей степени обедненную средиземноморскую; напротив, она представляет самобытную фауну, стоящую ближе всего к фауне северных морей, с которыми, вероятно, Черное море и находилось прежде в непосредственной связи.

2. Примесь средиземноморских форм, довольно значительная, указывает на переселение их со времени соединения Черного моря с Средиземным,—соединения, случившегося... в недалекую геологическую эпоху, по всей вероятности, в третичную. Это положение основывается на том, что виды беспозвоночных животных, общих исключительно Средиземному и Черному морям, не успели еще видоизмениться до степени образования самостоятельных новых видов.

3. Переселение средиземноморских форм совершалось через Босфор и вдоль южного берега Черного моря.

4. Самобытность фауны наиболее выражается в малосоленом северо–западном углу Черного моря, который, по характеру своего населения, обнаруживает сходство с фауной Каспийского моря».

Известный знаток и исследователь Черного моря проф. А. А. Остроумов, сравнивая те знания о рыбах Черного моря, которые имелись в его время, со знаниями античных народов, писал: «Почтенный Понт на берегах своих видел расцвет цивилизации. От времен аргонавтов до наших дней на его познание не мало было вложено труда. Но море — не то, что суша. То сердитое, то милостивое, оно требует более внимательного, более любовного отношения к себе... О ходе рыбы в нем мы знаем не многим более того, что было известно еще Страбону».

Позднее на основании анализа фаунистических материалов», собранных во время экспедиции на «Селянике», и сопоставления их с имевшимися уже данными по Черному морю А. А.

Остроумов (1896) сделал очень важный вывод о том, что колонизация Черного моря представителями средиземноморской фауны сопровождается явлением концентрации или отбора форм северного происхождения, что и придает черноморской фауне северный характер, давший повод приписывать фауне этого моря близкое родство с фауной северных морей.

Русские биологические станции на Черном море возникли по инициативе замечательного ученого и путешественника Н. Н. Миклухо-Маклая. В 1871–1872 гг. была открыта первая в России Севастопольская биологическая станция, организованная Новороссийским обществом естествоиспытателей. До 1879 г. биологическая станция находилась в Одессе, так как не располагала в Севастополе постоянным помещением. Построенное при А. О. Ковалевском здание Севастопольской биологической станции имело три этажа с двумя башнями наверху, в которых помещались баки для морской воды. Аквариум, выдвинутый в сторону моря, состоял из 13 малых бассейнов и центрального бассейна. Первому экспедиционному судну Севастопольской биологической станции было присвоено имя «А. О. Ковалевский», которое по традиции продолжали носить все последующие суда станции. Заведующим Севастопольской станцией по предложению А. О. Ковалевского в 1875 г. был избран В.Н. Ульянин, который заведовал Севастопольской биологической станцией до 1880 г. В отсутствие В. Н. Ульянина станцией заведовала С. М. Переяславцева. После ее ухода в 1891 г. был избран новый заведующий станцией—приват-доцент Казанского университета А. А. Остроумов, проработавший в этой должности до 1897 г.

В феврале 1892 г. Севастопольскую станцию передали в ведение Академии наук, куда перешел на работу и А. А. Остроумов, организовавший экспедиционные исследования не только на Черном море, но и на Азовском и Мраморном морях, в Босфоре, на лиманах и устьях рек Северного Причерноморья. После его ухода в течение четырех лет (1898–1901 гг.) сменилось три заведующих: Г. А. Шнейдер, Ф. А. Выражевич и В. А. Караваев. После смерти А. О. Ковалевского директором станции стал академик В. В. Заленский, занимавший этот пост до самой смерти (1918 г.). При В. В. Заленском станцией заведовали С. А. Зернов (1902–1914 гг.), Л. И. Якубова (1915–1917 гг.) и П. С. Гольцов (1917–1921 гг.). В 1902 г. на Черном море была организована небольшая биологическая станция Новороссийского университета в Одессе, основателем которой был проф. П. Н. Бучинский, а в 1914 г. в восточной части горного Крыма (между Феодосией и Судакком) была открыта Карадагская биологическая станция. Возникавшие первоначально для выполнения теоретических естественнонаучных исследований, морские биологические станции неизбежно вовлекались в сферу решения задач практического характера.

Выдающимися событиями в дореволюционной истории отечественных исследований на Черном море явились черноморские «глубомерные» экспедиции 1890–1891 г. и тесно связанные с ними экспедиционные работы на соседних Азовском и Мраморном морях. 1891 г. была организована вторая, более продолжительная экспедиция на двух канонерских лодках — «Донец» и «Запорожец» (Рис.2, А). Начальником экспедиции был И. Б. Шпиндлер и в новый значительно расширенный состав ее участников входили проф. А. А. Остроумов (биолог), киевский зоолог В. А. Караваев, помогавший А. А. Остроумову, и доцент Новороссийского университета Н. Д. Зелинский (впоследствии известный академик-химик). Из 126 станций 58 были глубоководными. Драгировок было сделано всего три. Найденные Н. И. Андрусовым во время экспедиции на «Черноморце» в прибосфорском районе Черного моря представители специфической средиземноморской фауны были обнаружены Остроумовым. В 1896–1897 гг. Остроумов заинтересовался фауной устьев южнорусских рек, впадающих в Азовское море (Кальмиус, Дон и Кубань), а затем и фауной устьев Днестра, Буга и Днепра, исследовав также и их лиманы. В 1897 г. Остроумов исследовал фауну дельты и горл Дуная, устья Риона и озера Палеостом. Основываясь на результатах обработки своих фаунистических сборов, Остроумов высказал мнение, что «все эти лиманы (в особенности Бугский) представляют собой как бы

уголки плиоценового бассейна, заброшенные в глубь материка». Подтвердились первоначальные предположения о том, что найденные в Черном море во время «глубомерных» экспедиций 1890–1891 гг. полуископаемые моллюски, известные в живом виде из Каспия, могут быть найдены живыми при наличии подходящих условий существования и на отдельных участках Черного и Азовского морей. Остроумов показал, что наибольшее сходство с каспийской фауной черноморская фауна имеет в восточной части Азовского моря, в устьях рек и в лиманах Северного Причерноморья.

Работы черноморских экспедиций 1890–1891 гг. вновь вернули интерес к результатам, полученным в 1881–1882 гг. С. О. Макаровым при изучении течений в Босфоре, так как позволили предположить, что его данные могут быть использованы для решения вопроса о контакте фаун Черного и Мраморного и Средиземного морей как в современную эпоху, так и в другие эпохи.

Русские биологические исследования в Босфоре и Мраморном море, осуществленные в 1892–1894 гг., неразрывно связаны с именем А. А. Остроумова. Во время этих поездок Остроумову удалось выяснить, что распределение элементов фауны в Босфоре соответствует схеме течений, установленной С. О. Макаровым. Оказалось, что в Босфоре в слое поверхностного течения (из Черного моря в Мраморное), а также у берегов пролива живут представители той же фауны, что и в Черном море, тогда как в зоне глубинного течения (из Мраморного моря в Черное) обитают представители фауны Средиземного моря. Остроумов сравнивает Босфор с фильтром или с рядом сит для механического анализа грунтов, где представители фауны Мраморного и Черного морей «сортируются» в соответствии с различным отношением к солености и температуре морской воды. Нижнее течение в Босфоре является тем путем, по которому средиземноморские формы поступают в Черное море.

Результаты фаунистических исследований на Черном море были обобщены киевским зоологом Василием Карловичем Совинским, который в конце 1902 г. закончил труд «Введение в изучение фауны Понто–Каспийско–Аральского морского бассейна, рассматриваемой с точки зрения самостоятельной зоогеографической провинции.

В 1902–1914 гг. Севастопольской биологической станцией заведовал С. А. Зернов. За время своего пребывания в Севастополе С. А. Зернов обследовал почти все Черное море, побывал на Мраморном море и на биологических станциях Средиземного моря. В 1913г. Зернов опубликовал «Краткий отчет», в котором сообщил о результатах своей поездки в анатолийский район Черного моря, а результаты всех своих исследований обобщил в магистерской диссертации «К вопросу об изучении жизни Черного моря» (1913), которая была и первой экологической диссертацией в России. В этой книге (Зернов, 1913) дана четкая картина распределения жизни по биоценозам в Черном море и высказан ряд положений:

«1. Как в Черном море, так и в других морях, животные распределяются в виде определенных комбинаций, биоценозов, сообществ, состав которых зависит от грунта, глубины и целого ряда других экологических (физико–химических и биологических) данных, обуславливающих животным, входящим в состав определенного биоценоза, наиболее выгодную жизнь и наиболее успешное размножение.

2. На основании материалов, собранных нами вдоль почти всех берегов Черного моря, мы можем отличить в нем следующие главнейшие биоценозы: биоценоз скал, биоценоз песка, биоценоз ракушечника, биоценоз зарослей zostеры, биоценоз илистых берегов, биоценоз филлофорного поля, биоценоз фазеолинового ила, биоценоз мертвой травы и водорослей, биоценоз мидиевого ила.

3. Определенный биоценоз всегда развивается в любом пункте Черного моря, как только, в силу естественных или искусственных условий образуется комплекс наиболее излюбленных этим биоценозом экологических (физико–химических и биологических) условий.

4. Большинство биоценозов связаны рядом переходов, и состав биоценозов несколько меняется по временам года.

5. Многие биоценозы Черного моря тождественны биоценозам Средиземного моря.

По некоторым биоценозам Черное море стоит ближе к Ла–Маншу, чем к Средиземному. Это явление параллельно известному отбору Черным морем из средиземноморской фауны видов эвритермичных, с одной стороны, и более северных по своему происхождению, с другой.

7. Некоторые одноименные виды животных живут в Черном море гораздо глубже, чем в Средиземном; очевидно, более подходящие к средиземноморским условия жизни они находят лишь в более глубоких слоях Черного моря.

8. Черноморские водоросли, в основных чертах, распределяются по тем же биоценозам, как и животные».

В 1922–1928 гг. работала Азово–Черноморская промысловая экспедиция под руководством Н.М. Книповича. Основной задачей экспедиции было исследование Азовского моря; область работ экспедиции в Черном море ограничивалась прибрежной полосой вдоль берегов СССР от Одессы до Батуми шириной до 50 миль и в редких случаях — до 70 миль. Экспедицией были взяты пробы в Черном море на 360 станциях. Один из выводов Книповича: «Что касается качественной бедности Черного моря, то она определяется уже самим фактом его солоноватости. Некоторые группы животных, широко и богато представленные вообще в морях, здесь или совершенно отсутствуют (например, морские звезды, морские ежи, морские лилии, головоногие моллюски, плеченогие) или представлены очень скудно (например, офиуры, голотурии)». Комментируя представления античных авторов о том, что Черное море подразделяется как бы на два бассейна: западный, значительно вытянутый в меридиональном направлении, и восточный, вытянутый в широтном направлении, Н.М. Книпович (1932) указывает, что «западная и восточная половины Черного моря до некоторой степени независимы друг от друга в гидрологическом отношении, обладая отдельными системами круговых течений в циклоническом направлении, причем разделяющий их промежуточный район соответствует наиболее узкой части моря».

Работы Черноморской океанографической экспедиции 1923–1935 гг. продолжались 12 лет. В 1921–1925 гг. директором станции был академик В. И. Паллади, в 1925–1930 гг. — академик Н. В. Насонов, с 1930 г. — академик С. А. Зернов. В 1927–1932 гг. станцией заведовал В. Н. Никитин, который продолжал развивать и углублять гидробиологические исследования, начатые в 1902–1913 гг. С. А. Зерновым. Во время плаваний на гидрографическом судне «Первое мая» («Гидрограф») в 1926 и 1927 гг. В. Н. Никитину удалось собрать пробы бентоса в восточной части южного берега Черного моря, — в районе между Синопом и Батуми–Бафра – Ризэ, то есть как раз там, где не смог побывать в 1902–1910 гг. во время своих работ по изучению биоценозов Черного моря С. А. Зернов. Таким образом, В. Н. Никитину удалось замкнуть кольцо исследований, начатых Зерновым у берегов Черного моря. Исследования Никитина показали, что, несмотря на узость континентального плато в районе Синоп–Батуми, здесь, в основном, сохраняется такая же последовательность размещения биоценозов, какая была установлена С. А. Зерновым в остальных районах Черного моря. В фаунистическом отношении исследованный район оказался чрезвычайно бедным. Никитин сделал вывод о том, что «какие–то общие причины, лежащие в разнице гидрологического режима и других экологических факторов, по–видимому, обуславливают относительную бедность жизни вдоль

почти всего южного берега Черного моря вплоть до приобсфорского района», особенно бросающуюся в глаза при сравнении с кавказскими берегами.

Идея В. К. Совинского о существовании самостоятельной Понто–Каспийско–Аральской провинции не была принята. Л.А.Зенкевич рассматривал Каспийское море как самостоятельную зоогеографическую провинцию Каспийской области (1947), а Черное и Азовское моря относил в качестве Черноморско–Азовской провинции к Средиземноморско–Лузитанской подобласти бореальной области, так как самобытность каспийской фауны слишком велика, а сходства с фауной Средиземного моря у нее слишком мало; в то же время значение в современной фауне Черного и Азовского морей элементов средиземноморской фауны столь велико, а удельный вес древней каспийской фауны столь мал, что объединять эти моря в одну зоогеографическую провинцию было бы неверно.

2. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Первым исследователем фауны Черного и Азовского морей был академик Петр Симон Паллас, путешествуя в Крым и на Кавказ в 1793–1794 гг. Основной труд Палласа «*Zoographia Rosso–Asiatica*» был опубликован спустя много лет после его смерти (текст — в 1831 г., таблицы — в 1841 г.). В этой работе Паллас приводит данные о беспозвоночных животных Черного моря, в частности, о мшанковых рифах у Азовского моря из *Eshara lapidosa* Pallas или *Membranipora lapidosa*.

В 3 томе учёной экспедиции для изучения южной России и Крыма в 1837 г. Анатолия Демидова опубликована статья Nordmann (Nordmann, 1840), посвященная описанию нового рода *Tendra* и морфологии *Tendra zostericola*, *Cellularia avicularia*, *Plumatella campanulata*. Род *Tendra* был назван по острову Тендровская коса, у которого был найден и где адмирал Ушаков разбил турецкую эскадру во времена войны с турками в 1790 году незадолго до путешествия Палласа.

Работа Рейнгарда (Рейнгардт, 1875) из Харьковского университета, посвященная мшанкам Черного моря (у Севастополя и Мисхора), отражает уровень представлений и терминологию тех лет, но, тем не менее, содержит подробное и понятное описание морфологии и развития 4 видов с великолепными иллюстрациями (*Tendra zostericola*, *Lepralia Pallasiana*, *Lepralia reticulata* и *Membranipora denticulata*—названия приводятся, как в оригинале статьи).

Работа Репяхова (Репяхов, 1880) в Записках Новороссийского общества естествоиспытателей была посвящена сравнению личинок различных мшанок с целью проверки предположений Гатчека. Работа содержит прекрасные иллюстрации, в их числе эмбриональные стадии у *Tendra zostericola*, *Bowerbankia* sp.

В работе Остроумова А.А. «Опыт исследования мшанок Севастопольской бухты въ систематическом, и морфологическомъ отношении» (Остроумов, 1886) описаны 5 видов и два варьетета: *Membranipora zostericola* Nrdm, *Membranipora repiachowi* Ostroumov, *Membranipora denticulata* Busk, *Cellularia berthollettii* Aud var. *capreolus* Heller, *Lepralia pallasiana* Moll и *Lepralia pallasiana* var. *bifoliata* Ostroumov, *Discopora Turgenewi* Ostroumov.



Рис. 1. А–А.Д.Нордманн; Б–В.В.Рейнгардт; В–В.М.Репяхов; Г–А.А.Остроумов; Д–Г.А.Клюге

Зернов С.А (Зернов, 1913) в главе Bryozoa пишет: «В 1886 г. вышла работа А. А. Остроумова «Опыт изследования мшанокъ Севастопольской бухты въ систематическом, и морфологическомъ отношении», в которой имеются все данныя по распределению и половозрелости севавтопольскихъ мшанок. С тех пор, до 1912 г., систематикой мшанок никто специально не занимался. ...В 1910 г. мшанок русских морей начал обрабатывать Г. А. Клюге. Работа его еще не вышла из печати и я могу пользоваться пока только определениями тех мшанок, которыя были посланы ему от станции для определения и вернулись обратно.» В этой главе приводятся краткие описания четырех видов мшанок: *Membranipora repiachowii* Ostr [*Electra pilosa* по Брайко], *Membranipora reticulum* L. *Eshara lapidosa* Pall [вероятно, *Lapidosella ostroumovi* Gontar], *Lepralia pallasiana* Busk [*Cryptosula pallasiana* (Moll)], *Cellularia* [*Scrupocellaria*] *berthollettii* Aud.

На стр. 69 Зернов пишет: «Мы имели цинковый лист, которым была обита свая, но не плотно, так что между сваей и внутренней стороной листа оставалось значительное пустое пространство; и вот лист снаружи густо оброс *Mytilus*, *Botryllus* и пр., а с внутренней стороны мидий совсем не было, а имелась очень тонкая, но сплошная кора обростаний из мшанок и губок. Совершенно такія же обростания бывают и на нижней стороне камней. Замечательно, что обыкновенно камень сплошь обростает преимущественно одним или двумя видами (*курсив Зернова*). Так в рейде преобладает обростание *Lepralia*, реже *Membranipora*.... В Сухумской бухте нам попался даже гравий с камешками в 3–4 см, густо обросший известковыми мшанками. Я не мог собрать сведений, не является ли этот гравий искусственно наваленным в сравнительно тихом месте, так как, напр., у Севастополя, гравий лежит обычно в прибойной зоне, камни его постоянно трутся друг от друга, и никакия известковые мшанки не могут на них уцелеть. Если же дальнейшие исследования покажут, что такое нахождение не является искусственным, и такой биоценоз будет найден где нибудь еще в Черном море, то тогда,

несомненно, мы должны будем признать полную гомологию этого гравия с gravier à bryozoaires, описанном Прюво в песчаной фации нижнего горизонта литоральной зоны.»

На стр. 70–71:

«Кроме мидий, как в рейде, так особенно в Южной бухте, откосы пристаней обрастают устрицами; после осеннего падения воды высоко сидящие устрицы тоже отмирают, и остаются только белые пятна: внутренняя сторона проросшей створки устрицы; сами мидии, равно как и лежащие мелко камни, сваи и вехи густо обрастают сплошным слоем гидроидов; *Gonothyrea Loveni* Allman, *Eudendrium*, *Obelia*, и мшанок: *Lepralia* и *Membranipora Repiachowi*. Эта фауна развита у нас наиболее в Южной бухте; с теми и другими вариациями она повторяется во всех портах Черного моря, кроме опресненных; так, напр., в Очакове роль мидий в таком же количественном избытии играют дрейссензиды, а гидроидов–кордилофора; в Керчи целые рифы мембранипор, выросшей на стекле нашего аквариума. Я привожу ниже на рисунке изменения ее контура по мере роста; довольно сказать, что за два месяца август и сентябрь 1905 г., диаметр ее с 15 милл., дошел до 160 милл., т.е. увеличился более чем втрое (Рис.2,Б).

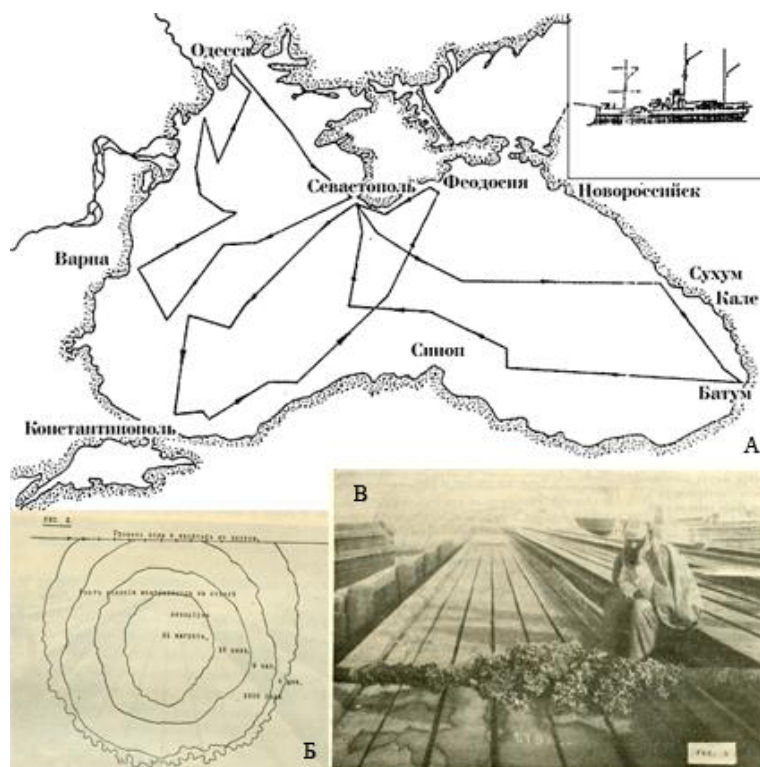


Рисунок 2. А. Маршрут «Донца»; Б. Изменение контура «*Membranipora*» по мере роста на стекле аквариума; В. Н.И.Андрусов с вехой, обросшей «*Membranipora*»

Какого гигантского размера могут достигать колонии мембранипор всего лучше видно на вехе, которая была найдена нами в Керченском порту; диаметр вехи был 7см., а диаметр окружающей ее колонии мембранипор почти в 5 раз более. Я не касаюсь более подробно вопрос о керченских современных и ископаемых рифах, так как этому вопросу специально

посвящена ... работа проф.Н.И.Андрусова; отмечу только, что большие колонии мембранипор были найдены нами на зарослях зостеры в Таманском заливе».

«У Неаполя, как мне рассказывал Ло-Бианко, суда обрастают, главным образом, ционами, мидиями, гидроидами, спирографисами, ционовыми губками (лейкон, сикон), мшанками *Bugula* и очень редко баянусами. Но, в общем, биоценоз наших портов напоминает описания Мариона и других для Средиземного моря. Первое отличие, которое бросается в глаза, это отсутствие у нас в портах и пристанях, как и на судах ционы, которая массами встречается в соответствующих условиях в Средиземном море, а также отсутствие *Bugula* и *Spirographis*, которые целыми слоями покрывают пристани, напр., в Неаполе и Триесте; две последние формы совершенно не живут в Черном море...»

Часть 2. «...мидии погранично-песчаной области всегда густо обрастают...целыми рифами мшанок *Lepralia*...Кроме гидроидов раковины мидий нередко бывают во много слоев покрыты мшанками *Lepralia* и глубинным видом *Membranipora*».

Часть III. Биоценоз ракушечника

«...Что касается фауны устричника...мшанки: *Lepralia*, *Membranipora*..На ракушечнике у Георгиевского маяка, кроме всех форм, характерных для ракушечника в рейде, встречаются еще... мшанки *Schizoporella* ...»

Часть IV. Биоценоз зарослей зостеры. Заросли зостеры.

«Под осень листья зостеры сплошь покрываются мшанками:*Lepralia*, *Membranipora*...

Мы уже указывали выше, что Зостера не характерна для Средиземного моря, где она встречается лишь в опресненных районах. Как известно, зостера и ее заросли очень типичны для северных морей, например, хотя бы для Кильской бухты, где их фауна была описана еще в 1865 г. Мейером и Мебиусом....Из мшанок в Киле на зостере встречаются, как пишет Мебиус, только небольшие группы *Membranipora Flemingae Busk*, между тем, как в Черном море зостера обрастает гигантскими колониями *Membranipora Repiachowii* (последнее определение Г. Клюге)»

Часть VII-я. Биоценоз мидиевого ила.

«Из мшанок *Schizoporella* и *Lepralia* нередко образуют на мидиях целые рифы, а мы говорили о них в биоценозе песка, описывая пограничный район между песком и илом. Лишь мидии, которые живут в песке более глубоко, бывают без обрастаний. Кроме двух указанных видов мшанок, встречается еще вид *Membranipora*, образующий как бы пальчатые колонии, плотно стелющиеся по раковинам мидий, еще не определенный ближе....»

Часть IX. Биоценоз фазеолинового ила.

Из всех 24 фазеолиновых станций по южному берегу Крыма мшанки были найдены, только на двух сравнительно высоких (33 ¹/₂ с. и 36 с.) (ст. 79-ая и 98-ая). На всех остальных станциях они совершенно отсутствуют. Мы можем совершенно категорично сказать, что изобата около 36 саж. является пределом распространения мшанок в Черном море...»

Несмотря на вышеупомянутые работы, до 1960 года не было опубликовано ни одного издания, которое могло бы служить пособием для определения фауны мшанок наших южных морей.

В 1968 году вышла статья В.Д.Брайко о мшанках Черного моря. Из отряда Cheilostomata ею были обнаружены следующие виды мшанок (названия видов в трактовке Брайко): *Membranipora aurita*, *Membranipora denticulata*, *Membranipora crustulenta*, *Membranipora pilosa*, *Membranipora zostericola*, *Lepralia turgenewi*, *Lepralia Pallasiana*, *Lepralia pallasiana f. Bifoliata*, *Schizoporella linearis*, *Schizoporella auriculata*, *Schizoporella dolgopolsky*, *Scrupocellaria*

berthollettii var. *capreolis*. Имеющиеся в ней описания видов довольно краткие, хотя рисунки довольно подробные.

В 1977 году Тяна Грънчарова опубликовала статью, посвященную мшанкам лимана Ропотамо, Бургасский залив и сообщила о нахождении *Electra pilosa* (L., 1767), *Electra crustulenta* (Pallas, 1766), *Conopeum reticulum* (L., 1767), *Conopeum seurati* (Canu, 1928).

В 1980 году Тяна Грънчарова опубликовала статью с описанием нового вида *Electra pontica* Gruncharova из лимана Ропотамо, Бургасский залив.

В 1983 году Брайко В.Д. опубликовала монографию на украинском языке в серии «Фауна Украины», посвященную мшанкам Черного моря. В ней приведены виды из отряда Cheilostomata такие как: *Aetea erecta* Hincks, *Conopeum seurati* (Canu) (по сообщению Брайко синонимы *M.denticulata*, *C.reticulum*, *C.seurati* Зевиной), *Electra crustulenta* Borg, *Electra monostachys* (Busk), *Electra pilosa* (L.) (синоним *M. Repiachowi*), *Electra zostericola* (Nordmann), *Callopora aurita* (Hincks), *Scrupocellaria berthollettii* Aud var. *capreolus* Heller, *Schizoporella linearis* (Hassall), *Schizoporella auriculata* (Hassall) (синоним *Sch. Dolgopolsky*), *Lepralia turgenewi* (Ostroumov), *Lepralia pallasiana* (Moll, 1803).

Таким образом, в настоящее время по литературным данным в Черном море известно 13 видов и 1 варьетет хейлостомных мшанок. Список приводится в соответствии с современным положением видов в системе мшанок.

Подотряд Inovicellina Jullien, 1888

Надсемейство Aeteoidea Smitt, 1868

Семейство Aeteidae Smitt, 1868

Род *Aetea* Lamouroux, 1812

Aetea recta Hincks, 1880

Подотряд Malacostegina Levinsen, 1902

Надсемейство Membraniporoidea Busk, 1854

Семейство Electridae Stach, 1937

Род *Conopeum* Gray, 1848

Conopeum seurati (Canu)

Conopeum reticulum (L., 1767)

Род *Einhornia* Nikulina, 2007

Einhornia Pallasae Gontar, 2011

Род *Electra* Lamouroux, 1816

Electra monostachys (Busk, 1854)

Electra pilosa (L., 1767)

Подотряд Neocheilostomina d'Hondt, 1985
Инфраотряд Flustrina Smitt, 1868
Надсемейство Calloporoidea Norman, 1903
Семейство Calloporidae Norman, 1903
Род *Callopora* Gray, 1848
Callopora aurita (Hincks, 1877)

Incertae sedis

Семейство Tendridae Vigneaux, 1949
Род *Tendra* Nordman, 1839
Tendra zostericola Nordmann, 1839
Tendra pontica (Gruncharova, 1980)

Надсемейство Buguloidea Gray, 1848
Семейство Candidae d'Orbigny, 1851
Род *Scrupocellaria* Van Beneden, 1845
Scrupocellaria bertholletii Aud var. *capreolus* Heller

Инфраотряд Ascophorina Levinsen, 1909
Надсемейство Cribrilinoidea Hinks, 1879
Семейство Cribrilinidae Hincks, 1879
Род *Braikovia* Gontar, 2012
Braikovia turgenewi (Ostroumov, 1886)

“Grade” Lepraliomorpha Gordon, 1989
Надсемейство Smittinoidea Levinsen, 1909
Семейство Bitectiporidae MacGillivray, 1895
Род *Schizomavella* Canu et Bassler, 1917
Schizomavella auriculata (Hassall, 1842)

Надсемейство Schizoporelloidea Jullien, 1883
Семейство Schizoporellidae Jullien, 1883
Род *Schizoporella* Hincks, 1877
Schizoporella linearis (Hassall, 1841)

Семейство Cryptosullidae Vigneaux, 1949

Род *Cryptosula* Canu et Bassler, 1935

Cryptosula pallasiana (Moll, 1803)

В настоящей статье необходимо подробно цитировать все сообщения в литературе по Черному морю о представителях рода *Conopeum*, чтобы проиллюстрировать непростую ситуацию, сложившуюся к настоящему времени с определением видов рода *Conopeum* в наших южных морях. По Остроумову [13] «фауна моря складывается: 1) из переселенцев Средиземноморских; 2) из остатков фауны, непосредственно предшествовавшей проникновению средиземноморских форм, т.е. до сообщения Черного моря с Средиземным; 3) из остатков более древней фауны, сарматской (*Membranipora reticulum*). Переселенцы, смотря по относительной гибкости своей организации, так или иначе изменяются под влиянием условий нового местообитания». В своей работе по мшанкам Севастопольской бухты [12] он определил тот вид, как *Membranipora denticulata* Busk. В своем описании *M. denticulata* он [12], тем не менее, пишет: «Примечание: Быть может, история развития покажет нам, что под названием *M. denticulata* соединяются два вида. Данные для такого предположения заключаются в различии их местообитания, способа произрастания колоний. Колонии этой мшанки на сваях и прибрежных камнях в опресненной воде, как напр. в Одесском и Керченском заливе и в Севастополе в вершине Карантинной бухты, напоминают флорстр по способу возростания, поднимаясь в виде изогнутых пластинок, состоящих из двух колоний, сложенных базальными сторонами. Колонии, попадающиеся на сравнительно большой глубине (в Севастополе, Феодосии, Сухуме) на раковинах больших мидий, устриц, всегда плотно прилегают к предмету одним слоем в виде пластинки или даже узких лент...». Из этих высказываний Остроумова можно сделать вывод, что вид, возможно представлен двумя различными видами.

В.Д. Брайко [3] указывает для Черного моря *Conopeum reticulum* (L.), сводя в синоним *M. denticulata*, описывая его колонии как корку на подводных предметах. Позднее Брайко [4] описывает для фауны Черного и Азовского морей два вида: *M. denticulata* (отметив, что он очень сходен с *Conopeum seurati* (Canu)) и *M. crustulenta*. Относительно *M. crustulenta* она пишет: «Типично солоноватоводная форма, переносит значительные колебания солености и может жить даже в пресной воде. В зависимости от условий обитания сильно варьирует по форме колоний, величине апертурного поля и степени обызвествления. Если колония развивается на ограниченном пространстве, то образует как бы складки и фестоны. Диаметр колонии обычно небольшой. *M. crustulenta* очень сходна с *M. denticulata*—одним из наиболее распространенных видов мшанок в Черном море. Широко распространена в солоноватых водоемах морских побережий Европы, Северной Африки, в Балтийском и Азовском морях». Замечание о широком распространении *M. crustulenta* (в качестве синонима приводится *Eschara crustulenta* Pallas) приводит к определенному смешению нескольких видов. *Eschara crustulenta* Pallas типовой вид для *Electra crustulenta forma typica* Borg, которая была встречена на западном берегу Швеции при солености близкой к нормальной морской. В Балтийском море встречается *Electra crustulenta baltica* Borg. У побережья Африки в Средиземном море и у европейского побережья может встречаться *Electra pilosa* (L.) и *E. pilosa dentata* (Ellis et Solander). В дальнейшем, в своей работе о мшанках Украины Брайко сводит в синоним с *Conopeum seurati* вид *Conopeum reticulum*, который она описывала в своей работе [3], и пишет: «В Черноморско–Азовском бассейне отмечен один вид этого рода», усложнив этим ситуацию еще больше. Изображения *Conopeum seurati* из Черного моря также не очень подробные, чтобы можно было сделать однозначный вывод. Брайко также пишет о трех формах вида.

Г.Б. Зевина [19] отметила *C. seurati* как первую находку в Черном море. Она указывает, что ранее этот вид смешивали с *Electra crustulenta* и *Conopeum reticulum*. Необходимо подчеркнуть, что *C. reticulum* обитает преимущественно в морских условиях, в Черном море до 30 %. *C. seurati* встречается чаще в эстуариях и солоноватоводных условиях, отмечался даже в пресных водах. Проникновение вида *C. seurati* в районы распреснения в Черном море ограничивалось зоной критической солености (~8–10‰).

В коллекциях А.А.Остроумова и А.И. Александрова нами определены несколько новых для фауны Черного моря видов. Это те виды, которые были найдены близ пролива Босфор и, вероятно, как это и описывал Остроумов, проникли из Средиземного моря. Описан новый род для эндемичного черноморского вида *Braikovia turgenevi*. Приведено описание Грынчаровой нового вида *Tendra pontica* (Gruncharova). Приводится современное систематическое положение для всех видов, встреченных в Черном море. Фауна мшанок Черного моря это пример солоноватоводной фауны с эндемичными видами и родами, дополняющаяся проникающими из Средиземного моря более эврибионтными видами.

3. СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Подотряд Malacostegina Levinsen, 1902

Надсемейство Membraniporoidea Busk, 1854

Семейство Electridae Stach, 1937

Род *Einhornia* Nikulina, 2007

Гимноциста редуцирована. Оперкулюм имеет слегка вогнутый проксимальный поперечный край. Высота оперкулюма заметно меньше, чем его ширина. Имеются поровые пластинки.

Замечания. Хотя этот вид не встречен в изученных нами коллекциях Остроумова и Александрова, рисунок Брайко по нашему мнению свидетельствует о том, что она встретила именно этот вид *Einhornia pallasae* Gontar. Поэтому мы приводим здесь его описание и фотографии, а также рисунок Брайко (Рис.3, Б).

Einhornia pallasae Gontar (Рис.3)

Membranipora crustulenta Брайко, 1968:410; *Electra crustulenta* Брайко, 1983:81–82, рис. 18;
Einhornia pallasae Gontar, 2011:142–143, рис. 3

Материал. Голотип: № 1/15–2011, колония обрастает раковину, Азовское море, у Геническа, в 4х верстах от порта, ст.86, банка 373, глубина 2 саж., грунт: ил с ракушей, бурые водоросли. 08.VIII. 1913, № 1/15–2011. Сб. А.И. Александров.

Паратип: № 2/16–2011, из типового местонахождения.

Колония (зоарий) в виде тонкой сплошной корки, состоящий из удлиненно–овальных аутозооидов, расположенных рядами, мультисериальная. Новые ряды аутозооидов образуются путем образования от материнского аутозооида двух дистальных аутозооидов (Рис.3,Г). Аутозооиды отделены друг от друга углубленными краями (Рис.3А,Е). Зооиды (длина:0.3–0.425мм; ширина:0.25–0.37мм) овальной формы с слегка вогнутым проксимальным краем. Базальная и фронтальная поверхность аутозооида прозрачная. Фронтальная поверхность аутозооида слегка выпуклая. Апертура (длина:0.25–0.35мм; ширина:0.2–0.275мм), закрытая мембраной, и mural rim занимают всю фронтальную поверхность. Кривоциста узкая, слегка расширенная в проксимальной части, расположенная под углом к фронтальной поверхности, с поверхностью покрытой неровными бугорками (Рис.3,Ж). Ниже кривоцисты в дистальной

части аутозооида имеется полочка, слабо выдающаяся в полость аутозооида (Рис. 3,З). Гимноциста почти не заметна. Медианно–проксимальный хитиновый шип небольшой, расположен на невысоком мукро, образованным гимноцистой (Рис.3,В,Ж). Иногда шип отсутствует, иногда и мукро не развит. Оперкулюм хитинизированный и пропитан известью, с слегка вогнутым поперечным проксимальным краем (высота:0.05–0.075мм, ширина:0.1–0.125мм) (отношение высоты оперкулюма к ширине равно 0.4–0.75) Очень редко встречаются недоразвившиеся зооиды (Рис. 3,З). Овицеллы и авикулярии отсутствуют. В боковой стенке три поровых пластинки.

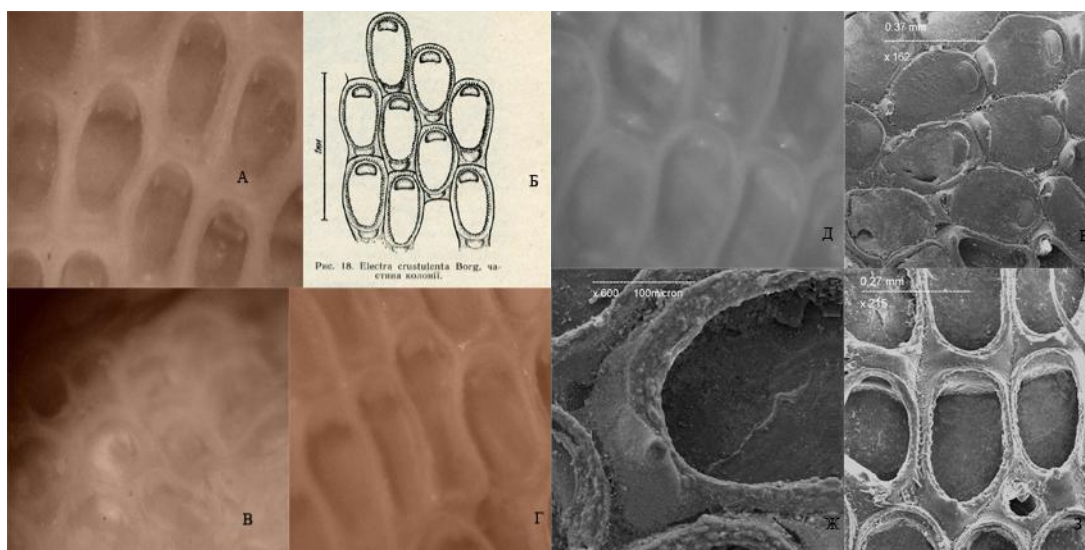


Рисунок 3. *Einhornia pallasae* Gontar sp.n. А. Аутозоиды с прозрачной мембраной и обызвествленной крышечкой; Б. Колония (по Брайко, 1983); В. Шип в проксимальной части зооида; Г. Формирование двух дочерних зооидов дистальным почкованием; Д. Мукро на проксимальной части зооидов; Е. Часть колонии. Ж. Криптоциста и мукро; З. Полочки в дистальной части зооидов и кенозооид.

Сравнение: От близкого вида *Electra crustulenta* отличается формой и относительными размерами крышечки, наличием полочки в дистальной части аутозооида, трех поровых пластинок в латеральной стенке и присутствием недоразвившихся зооидов.

Экология: Встречается на водорослях, *Zostera* sp. При солености от 12 до 14‰.

Этимология: Вид назван в честь Петра Симона Палласа, первого исследователя Азовского моря, впервые отметившего этот вид.

Incertae sedis

Семейство Tendridae Vigneaux, 1949

Род *Tendra* Nordman, 1839

Tendra zostericola Nordmann, 1839 (Рис.4)

Membranipora zostericola Брайко, 1968:411, табл. I, рис. 5; *Electra zostericola* Брайко, 1983:87–906 рис. 23.

Материал: Черное море, на север от Гендровского залива, Ст. 14, банка 52, Гл. 262,4 м, 05.05.1913, «Надир барона В.А.Масса», трал Сигсби, Сб. А.И.Александров; Черное море, у Скадовска, у села Красное, Джарылгачский залив, ст. 33, гл. 4,26–8,52 м, 16.05.1913, драга, «Надир» барона В.А.Масса, Сб. А.И.Александров; Гендровский залив, у Белых Кучугур, ст. 21, Банка 80, гл. 6,5–19,5 м, 10.05.1913, грунт: *Zostera* sp. и *Ulva* sp., драга, Сб. А.И.Александров; Севастопольская Биологическая станция, Большой рейд у Черной речки, Банка 196, 1913, Грунт *Zostera* sp., Сб. А.И.Александров.

Колонии часто лентовидные, так как анцеструла формирует две почки на противоположных концах или одну на дистальном конце и другую немного ниже сбоку, и колония растет в виде ленты, используя *running* стратегию. Хорошо развитые колонии в виде наростов встречались на *Zostera* sp и покрывали ее целиком с двух сторон. Часто можно видеть, как колония смогла сформировать второй слой на уже существующей однослойной колонии в виде нароста. Этот второй слой развивается как цепочки аутозооидов. Иногда соседние ряды зооидов сформированы так, что зооиды направлены в них в противоположном направлении. Иногда происходит срастание базальными поверхностями зооидов. Аутозооиды удлиненной овальной формы, с закругленным дистальным краем и слегка вогнутым проксимальным, средней величины (длина: 0,525–0,67 мм, у края колония вновь образовавшиеся длина: 0,25–0,375 мм, ширина: 0,6–0,625 мм, у края колония вновь образовавшиеся зооиды 0,25–0,325 мм). Апертура занимает две трети или почти всю фронтальную поверхность, овальной формы, слегка расширена ближе к проксимальной части (длина: 0,5–0,575 мм, у края колонии у вновь образовавшихся зооидов 0,25–0,275 мм, ширина 0,525–0,575 мм, у края колонии у вновь образовавшихся зооидов 0,25–0,3 мм). Гимноциста гладкая, блестящая, полупрозрачная, слабо обызвествленная, развита в проксимальной части и может занимать до одной трети фронтальной поверхности. Фронтальная мембрана прозрачная, хитинизированная, под ней просвечивает полипид с 12 щупальцами (Рейнгардт, 1875). Между аутозооидами иногда присутствуют небольшие неправильной формы зооиды, вероятно недоразвившиеся. Часто и сами аутозооиды имеют неправильно овальную форму—они более узкие и изгибаются в одну или другую сторону. Иногда аутозооид почти одинаковой длины и ширины и дает начало двум новым зооидам у своего дистального конца. Апертура зооида по краю несет от трех до семи полых шипов, размер которых варьирует. Три шипа имеются почти всегда: два в дистальной части, иногда очень длинные, один в проксимальной части зооида. Часто 2 проксимальных шипа очень слабо развиты и почти незаметны, а проксимальный шип вообще отсутствует. По бокам апертуры бывают дополнительные шипы. В период размножения формируются видоизмененные зооиды меньшей длины и ширины (длина: 0,35–0,40 мм, ширина 0,175–0,225 мм). Между ними и обычными зооидами существуют несколько зооидов с постепенным увеличением количества шипов (от 4, далее 8 и т.д.).



Рис.4. А–фрагмент колонии *Tendra zostericola* Nordmann; Б–край колонии *T.zostericola*; В–формирование зооида для вынашивания личинок; Г–зооид с фронталью из слившихся шипов.

Орифиций имеет у них полуовальную форму, с проксимальным краем слегка вогнутым в пространство орифиция. Высота орифиция у них 0,125–0,175мм, ширина 0,125мм. У следующего зооида образуется большее количество шипов (14–24), которые сливаются над апертурой и формируют полупрозрачную решетчатую ячейку, которая служит аналогом овицеллы. Базальная стенка прозрачная. Имеются 4 поры в боковой стенке зооида, иногда их три или пять (по сообщению Рейнгардта, 1875).

Распространение. Массовый вид в Черном море у побережья России и Украины, а также в заливе Ропотамо, Болгария и у северного берега Болгарии у села Тюленево.

Tendra pontica (Gruncharova, 1980) (Рис.5)

Electra pontica Gruncharova, 1980:88-91, pl.1

Замечание. Описание и рисунок приводится по Грынчаровой (1980).

Колония обрастает субстрат. Зооиды двух типов: слабо и сильно обызвествленные, количество их приблизительно одинаковое, но расположение в колонии произвольное. Колония благодаря латеральному почкованию зооидов имеет вид сеточки.

Слабо обызвествленные зооиды овальной формы, длиной 400–950μ, шириной 200–500μ. Опезия зооидов закрыта фронтальной мембраной. Имеются два хорошо развитых дистальных шипа, и один менее развитый, расположенный проксимально, и часто отсутствует после смерти колонии. Очень маленькие delicate шипики расположены латерально от фронтальной мембраны и их число может варьировать от 1 до 4, но как и проксимальный шип, они могут отсутствовать. Общая черта латеральных шипиков это их гибкость. Орифиций полукруглый. Поры различной формы и размера встречались в боковых стенках зооидов ниже средней линии. Базальная стенка обычно не обызвествлена, мембранная и почти прозрачная.

Сильно обызвествленные зооиды различны по размеру и имеют форму от овальной до квадратной или трапецевидной. Их размер 150–250μ в длину и отношение их ширины очень часто обратное. Стенки сильно обызвествленных зооидов утолщены за счет отложения извести. Наиболее сильно обызвествлены базальные части латеральных стенок и затем обызвествление постепенно уменьшается по направлению к фронтали, часто имея вид концентрических окружностей или овалов, повторяя размер зооида. Фронтальная стенка также обызвествлена и поэтому фронтальная мембрана у молодых таких зооидов слабо заметна. Фронталь может полностью быть закрытой прогрессирующим обызвествлением. Обызвествление базальной стенки неравномерное и на него, вероятно, влияет структура субстрата. Дистальная стенка, как и проксимальная с одной порой. Интерзооидальные поры расположены близко к базальной стенке. Они варьируют по размеру, хотя чаще удлинены вдоль горизонтальной своей оси.

Вновь сформированная сильно обызвествленная скелетная камера зооида заполнена гранулированной эмбриональной тканью, из которой формируется полипид через постепенную ее дифференциацию и имеет 9 шупалец, как и у слабо обызвествленных зооидов. Это формирование полипида сопровождается декальцификацией фронтальной стенки, четким контуром фронтальной мембраны с орифицием расположенным дистально. Орифиций полулунный с фестончатым краем из светло коричневого хитина.

Овицеллы акантостегального типа.

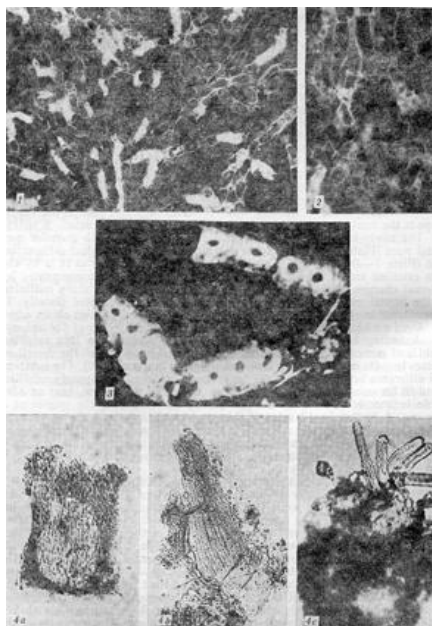


Рис.5. *Tendra pontica* (Gruncharova) 1. Колония. 2. Колония с овицеллами. 3. отделенные сильно обызвествленные зооиды. 4. сильно обызвествленный зооид, а. декальцинированный вновь сформированный зооид, б. Декальцинированный зооид с развитым полипидом, с. зооид с втянутым полипидом.

По морфологии слабо обызвествленных зооидов и их акантостегальным овицеллам в особенности этот вид очень схож с *Tendra zostericola* Nordmann. Самое существенное отличие между ними присутствие сильно обызвествленных зооидов у *T. pontica*.

Распространение. Этот вид был найден в заливе Ропотамо и у северного берега Болгарии у села Тюленево.

Инфраотряд Ascophorina Levinsen, 1909

Надсемейство Cribrilinoidea Hinks, 1879

Семейство Cribrilinidae Hincks, 1879

Род *Braikovia* Gontar, 2012

Диагноз А.А.Остроумова

Колонии буроватого или красноватого цвета, обрастающие, разнообразных очертаний (0,65 см). Ромбоэдрические, пятисторонние или овальной формы аутозооиды, с полукруглым орифицием, снабженным посредине проксимального края бугорком. На фронтальной поверхности у проксимального края орифиция розеткообразная пористая (псевдопоры) «ложная» оперкулярная площадка, образующаяся из сросшихся шипов. Остальная часть фронтальной поверхности имеет слабо заметную радиальную шероховатость. Посредине базальной поверхности овальное необызвествленное пространство. Сложные поры 1-го рода, помещающиеся на базальной стороне и связывающие материнский и дочерний зооиды, и 2-го рода в боковых стенках, обыкновенно по три группы для каждой стороны; 3–4 очень длинных дистальных шипа, сидячие авикулярии очень мелкие и иногда плохо заметные, овицеллы 1-го порядка, когда зооид без пищеварительного канала берет на себя функцию вынашивания личинок и произведена нижележащим материнским зооидом.

Замечания: Этот редкий вид представляет особый интерес, как единственный представитель семейства Cribrilinidae, которое широко представлено в других морях. Сообщения Остроумова и Брайко о формировании фронтальной стенки из шипов свидетельствуют о крибрилинидной природе вида. Род эндемичен для Черного моря по сообщениям Остроумова и Брайко.

Этимология. Род назван в честь Брайко В.Д., которая изучала мшанок Черного моря.

Braikovia turgenewi (Ostroumov, 1886) (Рис.6)

Discopora Turgenewi Ostroumov, 1886:28–29, табл. II, рис. 20–22; *Lepralia turgenewi* Брайко, 1968:411, табл. II, рис. 1; 1983:99–100

Описание вида Остроумова: аутозооиды в среднем вдвое меньше (ширина 220–300μ, длина 0,3–0,4 мм) аутозооидов *Cryptosula pallasiana*; *pseudoarea* резким контуром отграничена от остальной фронтальной поверхности. Бугорок у проксимального края отверстия несет на себе поры. Сидячие авикулярии этого вида представляют подобие утиного носа и расположены то с левой, то с правой стороны (иногда по обеим сторонам) около орифиция и несколько ниже него. Митрообразные овицеллы расположены у дистального края зооида (и в этом случае имеется только два более длинных дистальных шипа у аутозооида). Фронтальная поверхность овицеллы состоит из поперечных пластинок, сходящихся посредине и местами продырявленных порами. С базальной стороны овицеллы имеют небольшое пространство, не содержащее извести и имеются также поры 1-го и 2-го рода, как у настоящего зооида. Вытянутые группы пор 1-го и 2-го рода следуют одна за другой почти без промежутков. Поры особого рода на *pseudoarea* одно- или двухконтурные. Яичник помещается наверху близ боковой стенки. Щупалец 12.

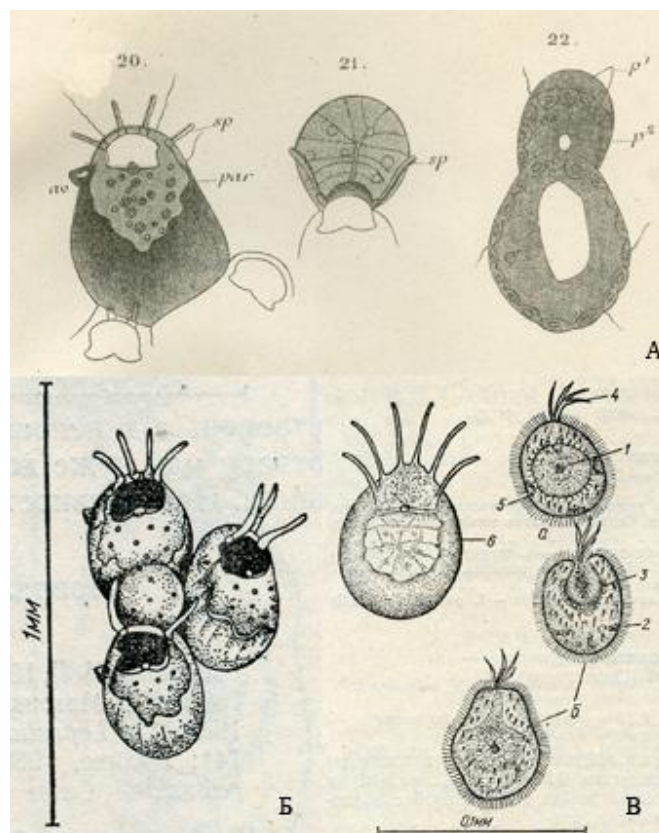


Рисунок *Braikovia turgenevi* (Ostroumov) А. Рисунок А.А.Остроумова, Б. Несколько аутозооидов (по Брайко, 1983), В. Личинка (Брайко, 1983) а–вид сверху, б–снизу (1–теменной орган, 2–пигментное пятно, 3–присоска, 4–пучок щетинок грушевидного органа, 5–корона), 6–анцеструла.

Колонии уже невооруженным глазом легко отличаются от колоний *Cryptosula pallasiana* благодаря меньшей величине зооидов. Находились довольно редко на листьях *Zostera* sp. и на камнях, на *Corallina* и *Phyllophora*. Вид отмечен в верхнем и среднем горизонтах сублитторали, на глубинах 2,3–30 м. Размножались даже в декабре. При отсутствии подходящего субстрата личинки гибнут. Этим можно объяснить узкий ареал вида. Холодололюбивая форма, размножается круглый год.

Личинки кирпичного цвета, обыкновенного типа, по величине занимают середину между личинками *C. capreolus* и *Cr. pallasiana*. Анцеструла с увеличенным числом дистальных шипов–6; затем над фронтальной поверхностью вырастают с боков широкие пластинчатые шипы, которые смыкаясь, образуют ложную площадку (pseudoarea).

Этот красивый вид мшанки назван Остроумовым в память И.С. Тургенева по завещанию VII–го съезда русских естествоиспытателей и врачей в Одессе в 1883 г.

Описание составлено автором по описанию Остроумова и Брайко.

“Grade” Hippothoomorpha Gordon, 1989

Надсемейство Hippothooidea Busk, 1859

Семейство Hippothoidae Busk, 1859

Hippochoa sp. (Рис.7,Г)

Материал: Черное море, 1°9'W, 41°17'–41°16'S, Ст.54, гл.62–96м, 05.06.1891, «Донец», Сб. А.А.Остроумов

Маленькая колония на *Schizomavella auriculata* (Hassall). Обнаружена близ пролива Босфор.

“Grade” Lepraliomorpha Gordon, 1989

Надсемейство Smittinoidea Levinsen, 1909

Семейство Bitectiporidae MacGillivray, 1895

Род *Schizomavella* Canu et Bassler, 1917

Schizomavella auriculata (Hassall, 1842) (Рис.7)

Schizoporella auriculata Брайко, 1968:412; 1983:96–98, рис. 29, 30.

Schizoporella dolgopolsky Брайко, 1968:412.

Материал: Черное море, 1°9'W, 41°17'–41°16'S, Ст.54, гл.62–96м, 05.06.1891, «Донец», Сб. А.А.Остроумов; Ст. 27, на раковинах, «Донец», С.А.А.Остроумов; 45°2'–6°5', Ст. 25, гл. 15м, 24.05.1891, «Донец», Сб.А.А.Остроумов.

Черное море, Кара-даг, между Отуз (Щебетовка) до дер. Козы, Ст. 68, 8,5–10,7м, грунт: цистозира и филофора, 17.07.1913, банка 311, С. А.И.Александров; Ярылгачская бухта, Каркинитский зал., Ст.37, гл. 21,33 м, грунт: филофора, цистозира, песок, 18.05.1913, трал, «Надир», Сб. А.И.Александров; ст. 4, гл. 10,7 м, 30.04.1913, драга, «Надир», Сб.А.И.Александров.

Зоарий стелющийся, обрастающий, состоящий из зооидов, расположенных короткими прямыми и косыми рядами, в фиксированном состоянии белого цвета. Аутозооиды мелкие (длина 0.375мм–0.5мм, ширина 0.3мм–0.375мм), короткие, широкие, почти прямоугольной формы, в молодом возрасте с поднимающимся краем, вдоль которого, а также по фронтальной поверхности расположены поры, между которыми фронтальная выпуклая стенка неравномерно обызвествляется, благодаря чему ее поверхность становится бугристой и поднимающиеся края становятся менее заметными. Фронтальная стенка у молодых зооидов стекловидная, полупрозрачная. У дистального края зооида расположено кругловатое первичное отверстие с небольшим синусом с закругленным концом, который расположен посередине проксимального края отверстия и благодаря расположенным по его бокам кондиям становится более глубоким. Непосредственно у синуса расположена выдающаяся коническая авикулярная камера с отвесно или почти отвесно наклоненным к отверстию зооида очень маленьким авикулярием, примерно по ширине равен примерно ширине синуса зооида на его конце. Авикулярный имеет полукруглую мандибулу. Авикулярный может отсутствовать. Овицеллы гиперстomialные, круглые, выпуклые (высота 0.25–0.275мм, ширина 0.25–0.325мм) с неполностью обызвествленным наружным слоем и известковой фронтальной стенкой внутреннего слоя, покрытого мелкими порами. В боковой и дистальной стенках по 6 простых пор, расположенных вдоль базальной стенки.

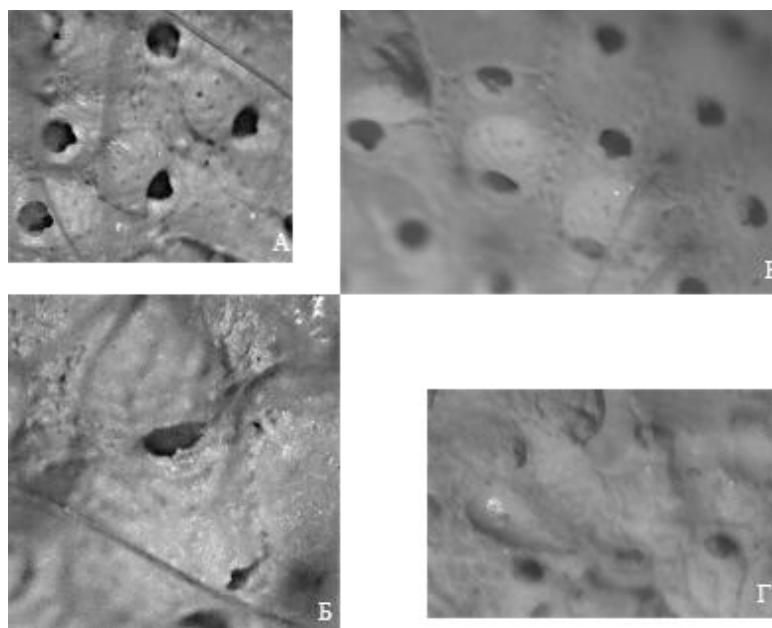


Рис.7. *Schizomavella auriculata* Hassall А. Несколько аутозооидов с овицеллами; Б. Аутозооид с овицеллой и авикулярием; В. Аутозооиды с овицеллами. *Hippothoa* sp. Г. Аутозооиды с овицеллой на *Schizomavella auriculata*.

Размножается в Черном море в течение всего года. Личинки оранжевого цвета.

Экология. Встречается на водорослях, асцидиях, гидроидах, раковинах и камнях, на глубине от 5 до нескольких сот метров.

Распространение: Прибрежные воды Британских островов, окрестности Вудсхоля на восточном берегу Северной Америки, воды Калифорнии, северная часть Японского моря, Средиземное, Адриатическое и Черное моря.

Надсемейство Schizoporelloidea Jullien, 1883

Семейство Cryptosullidae Vigneaux, 1949

Род *Cryptosula* Canu et Bassler, 1935

Cryptosula pallasiana (Moll, 1803) (Рис.8)

Lepralia pallasiana Зевина, 1967:36, рис.2(7); Брайко, 1968:411–412, табл. II, 2;1983:100–103, рис.33.

Cryptosula pallasiana Гонтарь, 2011:145–146, рис.5

Материал. Черное море, 45°52′–6°6′, Ст.24, гл. 53,3–68,3м, на раковинах мидий, 19.05.1891, «Донец», Сб.А.А.Остроумов; Ст.25, гл.15м, 24.05.1891, «Донец», Сб.А.А.Остроумов; Ст. 27, на раковинах, «Донец», Сб.А.А.Остроумов; близ пролива Босфор, 41°15′–0°57′, ст. 53, гл. 59,7м, 05.06.1891, «Донец», Сб.А.А.Остроумов; 1°9′W, 41°17′–41°16′S, Ст.54, гл.62–96м, 05.06.1891, «Донец», Сб. А.А.Остроумов;45°2′–6°5′.

Черное море, у Феодосии, пристань, ковш порта, Ст.47, гл. 0–4,26 м, грунт: мидиевые обрастания на сваях, 06.07.1913, драчка, Сб. А.И.Александров; у Феодосии против Метеор, у

городских купален, ст.43, гл.8,5м, *Zostera*, 05.07.1913, драга, Сб.А.И.Александров; у Скадовска, у села Красное, Джарылгачский залив, ст. 33, гл. 4, 26–8,52м, 16.05.1913, драга, «Надир» барона В.А.Масса, Сб. А.И.Александров; Ярылгачская бухта, Каркинитский зал., Ст.37, гл.21,33 м, грунт: филофора, цистозира, песок, 18.05.1913, трал, «Надир», Сб. А.И.Александров; 31°9'45''–46°11'45''; ст.4, гл. 10,7м, 30.04.1913, драга, «Надир», Сб.А.И.Александров; Севастополь, биологическая станция, в песчаной бухте, гр: цистозира, 12.06.1913, банка 184, 22.06.1913, банка 222, Сб.А.И.Александров; Кара–даг, между Отуз (Щебетовка) до дер. Козы, Ст. 68, Гл.8,5–10,7м, грунт: цистозира и филофора, 17.07.1913, банка 311, С. А.И.Александров;

C. pallasiana образует обрастающие колонии, которые иногда поднимаются как оборка. Живые колонии розовые, бежевые или белые. Аутозоиды гексагональной формы (Рис.8,А). Аутозоиды от 0.4 до 0.75 мм длиной и 0.375–0.625 мм шириной. Фронтальная поверхность очень слабо обызвествленная, полупрозрачная и равномерно перфорированная. Перфорация в виде глубоких ямок и поэтому фронталь выглядит как неровная. Колонии могут иногда иметь вид поверхности как с бисеринками, благодаря тому, что зоиды имеют суборальный умбо. Орифиций колоколообразный и большой, с глубокой, округлой дистальной частью и неглубокой дугообразной проксимальной (занимает 1/3 до 1/2 фронтальной поверхности). Перистом узкий и обрамляет орифиций (Рис.8,Б). Дистальная и латеральные стенки слегка выдаются над фронтальной поверхностью. Проксимальная стенка может не возвышаться над фронталью. По бокам отверстия в него вдаются кондилы. Оперкулюм коричневый. Шипы отсутствуют. Авикулярии отсутствуют. Эмбрионы оранжевые. Выводковые камеры отсутствуют.

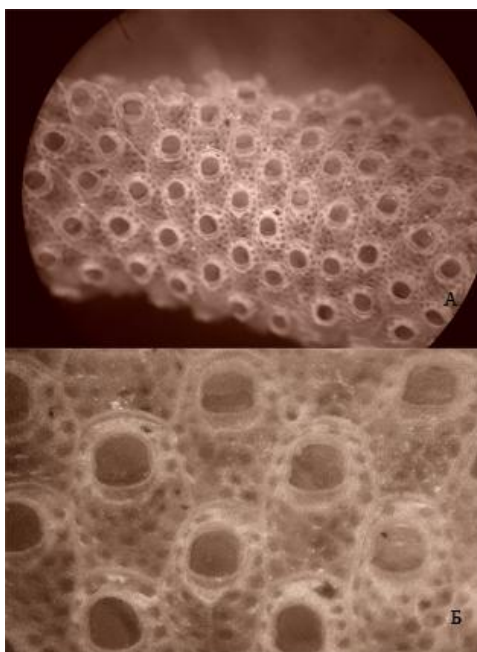


Рисунок 8. *Cryptosula pallasiana* (Moll) А. Колонии. Б. Форма аутозоидов и крышечки.

У *Cryptosula pallasiana* найден особый случай репарационного почкования с образованием "вторичных анцеструл", инициирующих образование второго слоя зоидов (Кубанин, 1984).

Экология. Встречается на водорослях и в биоценозе митилястера.

Распространение. Черное, Азовское, Адриатическое, Средиземное моря, прибрежные воды Британских островов, у Бергена (Норвегия).

Семейство Schizoporellidae Jullien, 1883

Род *Schizoporella* Hincks, 1877

Schizoporella unicornis (Johnston, 1847) (9, 10)

Schizoporella unicornis Tompsett, Porter, Taylor, 2009: 43:35–36, 2227–2243

Материал. Черное море, 1°9'W, 41°17'–41°16'S, Ст.54, гл.62–96м, 05.06.1891, «Донец», Сб. А.А.Остроумов.

Замечания. Согласно Scott Tompsett, Joanne S. Porter & Paul D. Taylor (2011) современный экземпляр *L. unicornis* был описан полностью в работе Johnston, и хорошо изображен, что поддерживает интерпретацию *L. unicornis* основанной на современном виде, скорее чем на ископаемом материале. Действительно, Lagaaij (1952) заключил, что “Лектотип должен быть выбран из этих экземпляров, на которых Johnston первоначально основывал свое определение”, и продолжил выбирать современные экземпляры (NHM 1847.9.16.174) в качестве лектотипа. Аутозоиды в колонии из Черного моря немного меньше, что может быть вызвано более низкой соленостью в Черном море.

Описание.

Колония обрастающая, мультисериальная, одно– или многослойная, в основном меньше 5 см в диаметре. Цвет белый в сухом фиксированном виде.

Аутозоиды большие, но переменные по размеру: длина 0.375–625мм (у лектотипа 387–715 μm), ширина 0.25–0.625мм (у лектотипа 273–537 μm), иногда широкие и такие же как в длину, иногда значительно уже длины (в 1.6 раза), но немного шире в дистальной части, расширяющиеся перед рядом бифуркации, в основном четырехугольные по форме с широким дистальным концом занятым орифицием с расположенными рядом с ним одним или парными адвентивными авикуляриями. Фронтальный щит выпуклый, покрытый многочисленными нерегулярными псевдопорами и глубокими краевыми ареолярными порами. Умбо прочный, совпадающий с краями между псевдопорой и не псевдопоровой фронталью. Псевдопоры имеют маленькие отверстия неизменные по размеру и форме в процессе вторичного обызвествления. Первичное отверстие в ширину и в высоту примерно одинаково (включая синус) 0.1 на 0.1 мм (у лектотипа 115–145 μm, ширина 143–186 μm), anter имеет широкий D-образный вид, синус (poster) широкий U-образный. Кондили выдающиеся, полностью видные выше проксимального края первичного отверстия, концы округлены и направлены дистально.

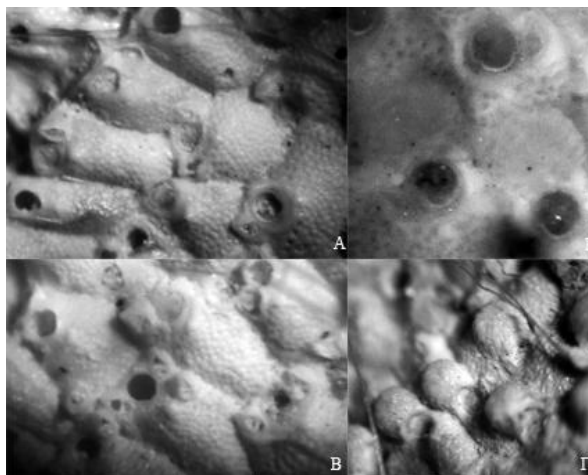


Рис. 9. *Schizoporella unicornis* (Johnston) А. Пример дистального почкования аутозооидов; Б. Аутозооид с овицеллой; В. Аутозооиды с дополнительными адвентивными авикуляриями Г. Группа овицелл.

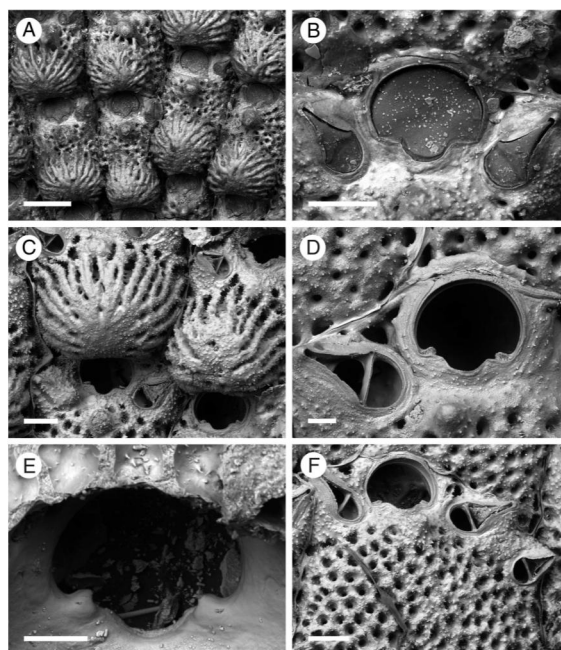


Рис. 10. (по Scott Tompsett, Joanne S. Porter & Paul D. Taylor (2011)). А, В Лектотип *Schizoporella unicornis* неотбеленная часть. А. Группа овицеллонесущих аутозооидов. В. Первичное отверстие с оперкулом и парой адвентивных авикуляриев. С–F. Лектотип *Schizoporella unicornis* отбеленная часть. С. Аутозооиды с деталями структуры овицеллы. D. Детали строения первичного отверстия с U образным синусом и выдающимися кондиями и адвентивного авикулярия. E. Вид первичного отверстия изнутри аутозооида, показывающий кондили сформированные от фронтального щита. F. Аутозооид с дополнительным адвентивным авикулярием. Масштаб: 250 μm (A, C, F); 100 μm (B); 50 μm (D, E).

Адвентивные авикулярии или одиночный, или парные, направлены дистолатерально от центральной линии. Случайные дополнительные адвентивные авикулярии развивались на фронтальном щите проксимально от первичного отверстия. Рострум заостренный. Опезия округлая, D-образная. Мандибула с заостренным концом слегка изогнутым вверх. Длина рострума 0.125мм (у лектотипа 102–181 µm).

Овицеллы обнаружены в локализованных гроздьях или более широко распределены, выдающиеся, округлые или шаровидные, митрообразные, лежащие на фронтальном щите дистального зооида, большие, в высоту 0.175–0.25мм и в ширину 0.25мм (у лектотипа 247–356µm длиной, 318–452µm шириной). Ооциальная поверхность суггустоцист, радиально исчерченная, с зазубренными бороздками по краю; несколько пор расположены только на периферии, центральная часть овицеллы без пор.

Распространение. Вид встречается в северо–восточной Атлантике от северо–западной Африки и Испании до западной Норвегии. Он часто обрастает камни, раковины и ризоиды водорослей. В Черном море встречен у пролива Босфор, что подтверждает положение Остроумова о проникновении средиземноморской фауны через пролив Босфор.

Family Microporellidae Hincks, 1879

Genus *Microporella* Hincks, 1877

Microporella ciliata (Pallas, 1766) (Рис.11,12)

Microporella ciliata Kuklinski et Taylor, 2008:1893–1906.

Материал. Черное море, 1°9'W, 41°17'–41°16'S, Ст.54, гл.62–96м, 05.06.1891, «Донец», Сб. А.А.Остроумов.

Замечания. Согласно Куклинский и Тейлор (2008) был выбран неотип для Средиземноморского вида *M.ciliata*, для того чтобы стабилизировать таксономию этого псевдокосмополитического вида. Типовой вид рода *Microporella*–*Eschara ciliata* была описана в 1766 немецким натуралистом Петром Симоном Палласом (1741–1811) из неопределенного места в Средиземном море. К сожалению, неизвестно о существовании типового материала для *M.ciliata* и оригинального описания, которое не иллюстрировано и не достаточно, чтобы обеспечить адекватные морфологические детали по современным стандартам, для того чтобы возможно было распознать согласно этому описанию этот вид.

Встреченный в Черном море вид очень сходен с *Microporella ciliata* (Pallas), описанным Куклинским и Тейлором (2008), но аутозооиды его меньшего размера. Возможно, при нахождении дополнительного материала это позволит уточнить систематическое положение вида. В этой статье мы приводим фотографии из статьи Куклинского и Тейлора(2008), чтобы показать сходство наших экземпляров и неаполитанских экземпляров.

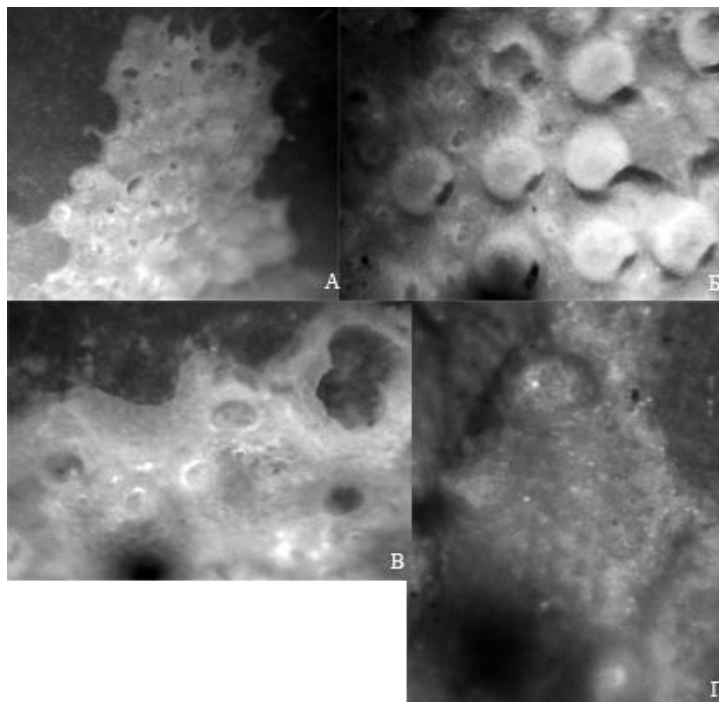


Рис. 11. *Microporella ciliata* (Pallas) А. Колония; Б. Часть колонии с овицеллами; В. Краевые аутозоиды; Г. Отдельный аутозоид.

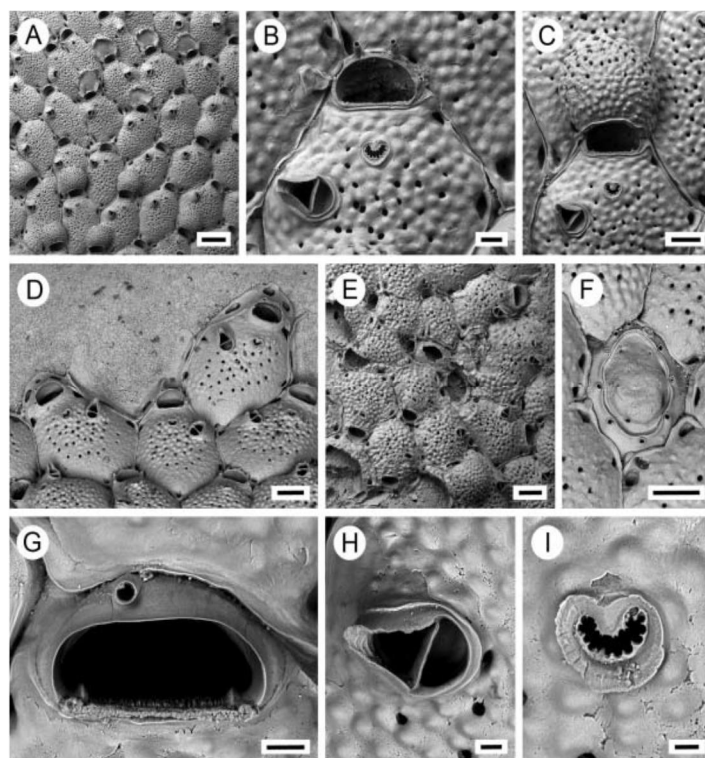


Рис.12. *Microporella ciliata* (Pallas, 1766), (по Kuklinsky et Taylor) из Неаполитанского залива, колония отбелена. А. Группа зооидов, несколько с овицеллами; В. Аутозоид и авикулярий; С.

Зооид с овицеллой; D. Край колонии с заметными поровыми камерами; E. Анцеструла и первые зооиды; F. Анцеструла с закрывающей пластиной; G. Орифиций с основанием одного орального шипа, кондиями и маленькими связанными с ним зубчиками; H. Авикулярий; I. Аскопора. Масштаб: 200 мм (A); 30 мм (B); 100 мм (C, D, E, F); 20 мм (G, H); 10 мм (I).

Колония обрастающая, однослойная. Аутозооиды округленно ромбические по фронтальному контуру, отделены глубокими краями, 0.25–0.3мм длиной (неапольский экземпляр 0.51–0.82мм) и 0.225–0.275мм шириной (неапольский экземпляр 0.26–0.51мм). Фронтальный щит грубо шагреневый, перфорированный псевдопорами, менее густо расположенными у края. Орифиций маленький по сравнению с размером зооида, шире (0.1мм) чем выше (0.1–0.075мм) (у неапольского экземпляра шире (0.11–0.15мм), чем выше (0.06–0.08мм), полуовальный, проксимальный край прямой, кондили располагаются на каждом проксимолатеральном углу. Оральные шипы не сохранились, но возможно их от четырех и более (у неапольского экземпляра в количестве от одного до четырех), иногда отсутствуют у зооидов в зоне астогенетического повторения, спрятаны у овицеллонесущих зооидов. Аскопора хорошо заметная, расположенная на выдающемся с фронтальной поверхности сосочке, серповидная; аскопора расположена проксимально от орифиция на расстоянии приблизительно равном высоте орифиция. Овицеллы гиперстомиальные, выдающиеся, относительно округлые, шире (0.175 мм, у неапольского экземпляра 0.24–0.28 мм), чем выше (0.15 мм, у неапольского экземпляра 0.18–0.22мм), фронтальная поверхность неровная, пористая, с порами близ дистального и латеральных краев, узкий гребень определяет вогнутый проксимальный край овицеллы выше орифиция.

Авикулярии адвентивные, одиночные (непарные), сравнительно большие и расположены справа или слева между аскопорой и медиолатеральным углом аутозооида; опезия полуовальная; рострум треугольный, заостренный к фронтальной стороне аутозооида, направленный дистолатерально, или изредка латерально.

Распространение. Куклинский и Тейлор сообщают, что вид был обнаружен в Средиземном море, но отмечают, что все сообщения о его местонахождении нуждаются в проверке в связи с выделением неотипа. Наши экземпляры обнаружены в Черном море близ пролива Босфора, что подтверждает положение Остроумова о проникновении средиземноморской фауны через пролив Босфор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Александров А.И. (1914) Краткий отчет о поездке на Черное и Азовское моря. Ежегодник зоологического музея Императорской Академии Наук, XIX, с. 109–37.
- 2.Андрусов Н.И. (1893) Геотектоника Керченского полуострова. Материалы для геологии России, 16, с. 63–336.
- 3.Брайко В.Д. (1968) Класс Мшанки – Bryozoa. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев: Наукова думка, 1, с.406–417.
- 4.Брайко В.Д. (1983) Тип Мохуватки (Мшанки)–Bryozoa Ehrenberg. Фауна України. Київ: 9. Наукова думка, 24(I), с. 55–113.

5. Вискова Л.А., Коромыслова А.В. (2012) *Tamanicella* gen nov. – Новый род мшанок, слагающих позднемиоценовые биогермы мыса Панагия Таманского полуострова (Россия). Палеонтологический журнал, 1, с.30–42.
6. Гонтарь В.И., Тарасов, А.Г., Шамянова, Н.Ш. (2009) Морфологическая изменчивость, географическое распространение и экология *Conopeum grimmi* (Cheilostomata, Anasca) Gontar et Tarasov. Мир науки, культуры и образования; 7(19), с.6–9.
7. Гонтарь В.И. (2010) Азовский представитель рода *Lapidosella* gen. nov. (Cheilostomata, Anasca) новый вид *Lapidosella ostroumovi* Gontar и его экология. Мир науки, культуры и образования, 5(24), с.274–282.
8. Зенкевич Л. А. (1947) Фауна и биологическая продуктивность моря. М. –Л. Сов. Наука. Т. 2 : Моря СССР, их фауна и флора. 588 с.
9. Зернов С.А. (1913) К вопросу об изучении жизни Черного моря. Записки Императорской Академии Наук, том XXXII, № 1. Travaux du Laboratoire zoologique et de la Station Biologique de Sébastopol de l'Académie Impériale des Sciences de St. –Petersbourg. 299 с.
10. Кесслер К.Ф. (1877) Рыбы, водящиеся и встречающиеся в Арало–Каспийско–Понтийской ихтиологической области. Тр. Арало–Каспийской экспедиции, IV, с.1–360.
11. Книпович М.Н. (1932) Гидробиологические исследования в Чёрном море. М.; J1. 271 с.
12. Остроумов А.А. (1886) Опыт исследования мшанок Севастопольской бухты в систематическом и морфологическом отношении. Труды Общества Естествоиспытателей, XVI(2), 1–122, 5 табл, 64 рис.
13. Остроумов А.А. (1896) Определитель рыб Черного и Азовского морей: с указанием географического распространения и местонахождения. Вестник Рыбной промышленности, т.9, № 7–9, с. 278–332
14. Пузанов И.И. (1971) Роль Севастопольской Биологической станции в подготовке гидробиологов В: Проблемы морской биологии, Киев, Наукова Думка, с. 27–28.
15. Рейнгардт В.В. (1875) Несколько сообщений из Истории развития мшанок. Труды общества испытателей природы при Императорском Харьковском Университета, Харьков, Университетская типография, т. IX, с.33–71, 5 табл.
16. Репяхов В. М. (1880) К морфологии мшанок. Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. Одесса. Тип. Г.Ульриха, с.1–69, 3 табл.
17. Совинский В.К. (1902) Введение в изучение фауны Понто–Каспийско–Аральского морского бассейна, рассматриваемой с точки зрения самостоятельной зоогеографической провинции. Зап. Киев. о-ва естествоиспытателей, 18 (XIV), 487, с.1–217
18. Ульянин В.Н. (1872) Материалы для фауны Черного моря. Извещения общества, IX, в.1, с.77–137
19. Gontar V.I. (2011) The fauna of Bryozoa Cheilostomata of the Sea of Azov and the Caspian Sea. Journal of International Scientific publications: Ecology and Safety, 5, part 3, p.129–149.
20. Gruncharova T.T. (1980) *Electra pontica* sp.n. (Bryozoa, Membraniporidae) on the Bulgarian Black Sea Coast. Acta Zoologica Bulgaria, 14, p.88–91, pl.1
21. Kuklinski Piotr & Taylor Paul D. (2008): Arctic species of the cheilostome bryozoan *Microporella*, with a redescription of the type species. Journal of Natural History, 42, p.27–28, 1893–1906

Journal of International Scientific Publications:
Ecology & Safety, Volume 6, Part 3

ISSN 1313-2563, Published at: <http://www.science-journals.eu>

22. Nordmann A.D. (1840) Recherches Microscopiques sur l'anatomie et le développement du *Tendra zostericola*. Faune Pontique. Voyage dans la Russie Meridionale et la Crimée par la Hongrie, la Valachie et la Moldavie, exécuté en 1837, sous la direction de M. Anatol de Demidoff par M. M. de Sainson, Le-Play, Huot, Leveille, Raffet, Rousseau, de Nordmann et du Ponceau. Tome troisième, Paris. p.631–709
23. Ostroumoff A. A. (1893) Catalogue des Mollusques de la Mer Noire et d'Azov observés jusqu'à ce jour à l'état vivant. Zoologische Anzeiger, 16, №422, p. 245–247.
24. Pallas, P. S. (1771) Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs. Erster Theil. St. Petersburg. (Kaiserliche Academie der Wissenschaften), p. [1–12], 1–504
25. Tompsett Scott, Porter Joanne S. & Taylor Paul D. (2009) Taxonomy of the fouling cheilostome bryozoans *Schizoporella unicornis* (Johnston) and *Schizoporella errata* (Waters), Journal of Natural History, 43, p.35–36, 2227–2243

**THE STRIPPING - VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF THE MICROELEMENTS
IN SEA WATER IN THE PROCESS OF ITS EVAPORATION**

Dencho S. Stanev

Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Professor Dr. Assen Zlatarov University,
Bourgas 8010, Bulgaria

Abstract

The present work demonstrates the possibility to determine several microelements in sea water and medical saline concentrate with the help of an up-to-date instrumental electroanalytical method.

The optimal conditions were found to determine Mn^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} and other microelements using the stripping AC voltammetry with the intermediate change of the solution without opening of the electrochemical circuit.

The concentration ranges, the precision and the reproducibility of the results obtained for the above elements are determined. The data thus obtained are compared with those, obtained with the AAS method.

Taking into account increased the productivity of the above method; this method provides an improved system for the continuous automatic monitoring when analyzing the above analytical objects.

Keywords: *voltammetry, stripping, determination, heavy metals.*

1. ВВЕДЕНИЕ

В связи с ужесточением требований к окружающей среде и ее санитарный контроль, в результате вступления Болгарии в Европейский Союз увеличиваются и требования к химико-аналитическим лабораториям. Эти требования могут быть удовлетворены с помощью электрохимических методов анализа, которые имеют ряд качеств, такие например: как, низкая стоимость анализа, высокая чувствительность и точность, а также тем, что сравнительно легко можно автоматизировать эксперимент. Из электрохимических методов самый чувствительный является метод инверсионной вольтамперометрии, который сравним по чувствительности с нейтронным-активационным анализом [1], а также является надежным, чувствительным и точным методом при сравнении результатов анализа, полученные с использованием метода атомной абсорбции [2].

В литературе [3-5], оформилось мнение, что этот метод пригоден для определения ряд тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Однако, сложность ряда аналитических объектов, таких как морская вода, морской щелок и других продуктов получаемые при производства морской соли требует продолжения поиска новых возможностей и аппаратуры с учетом повышения чувствительности и точности разработанных методов. Учитывая высокое содержание соли в морской воде и щелоки, применение метода атомной абсорбции и ICP сталкивается с трудностями в связи со загрязнением оптических элементов их систем.

В классической вольтамперометрии, как и в некоторых случаях инверсионной вольтамперометрии наблюдается деформация вольтамперных крив, что связано повидимому с высокой концентрацией соли, но независимо от этого природа явления не выяснено до конца [6]. В данной работе мы осуществили определения марганца, цинка, кадмия, свинца и меди в

реальных объектах – морская вода и морской щелок. В нашем варианте предварительно на рабочем электроеде первой электролитной ячейки отлагается ртутный фильм, после чего не прерывая цепь мы переносим электродную систему в исследованный объект и накапливаем йон металла, которого определяем во второй ячейке, после чего на этом самом принципе перебрасываем в раствор для регистрации, где не содержится первоначальная высокая концентрация соли. Все это благоприятствует проведения инверсионных вольтамперометрических определений концентрированных растворов соли и в конечном итоге получают характеристики, подобные для водных растворов: предель открываемого минимума 0.05 g/dm^3 и относительное стандартное отклонение не выше 20 %.

Проблем инверсионного вольтамперометрического определения марганца состоит в том, что марганец может отлагаться на электрод только в нейтральных и щелочных растворах. В тоже самое время отложение ртутного фильма (подкладки) лучше проводит из кислых растворов. Этот способ приложен успешно авторами [6], которые предварительно образуют ртутный фильм в кислой среде и после этого на гидрокарбонатном фоне накапливают и определяют марганец.

При определении цинка встречаются трудности в присутствия меди. В литературе [5] предлагаются разные способы для удаления влияния йонов меди, но до сих пор не найдено окончательное решение этого проблема.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе применялся вольтамперометрический анализатор «Экотест – ВА» в комплекте с IBM – совместимом компьютером. Для автоматической замены используется роботизированный комплекс „Экспертиза – ВА – 2D”, представленный на рис.1.

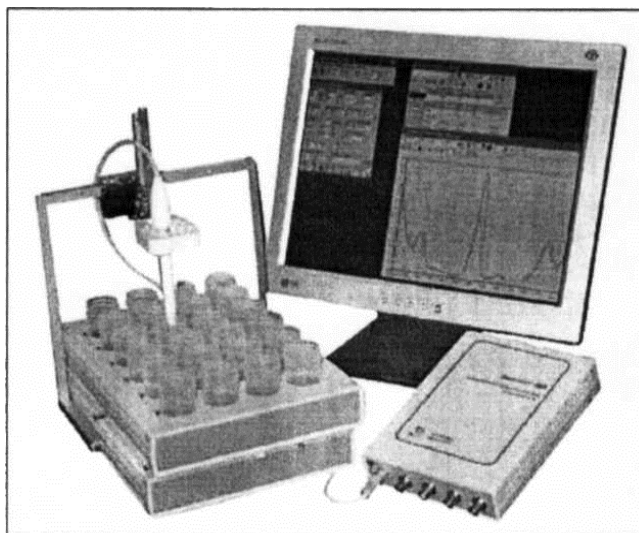
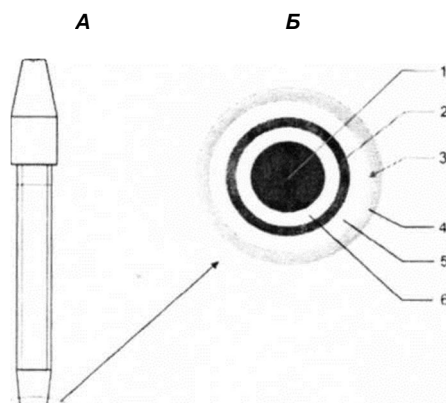


Рис. 1. Автоматическая установка инверсионного вольтамперометра „Экотест – ВА”, автосемплера „Экспертиза – ВА – 2D” и компьютер с рабочей программой.

В качестве сравнительного электрода использован насыщенный серебренохлоридистый электрод, связанный в систему „3 в 1”.

Контейнеры для транспортировки и хранения образцов для анализа были объемом 0.1 и 0.5 cm^3 . Они изготовлены из полипропилена, полиэтилена или политетрафторэтилена.



Для испарения исследованных солевых растворов были использованы кварцевые стекла (чашки).

Рис. 2. Электродная система датчика «3 в 1». Внешний вид (А) и рабочая поверхность (Б):

- 1 - рабочий углеситаловый электрод; 2 – вспомогательный электрод из пирографита; 3 – замок сереброхлоридного сравнительного электрода;
- 4 – стеклянный корпус датчика; 5 и 6 – тефлоновые уплотнительные кольца.

Использованные растворы

- исходный раствор иона Hg^{2+} с концентрацией 5 g/dm^3
- рабочий раствор Hg^{2+} с концентрацией $100 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$, готовится в день эксперимента;
- исходный раствор иона Mn^{2+} с концентрацией 5 g/dm^3 ;
- рабочей раствор Mn^{2+} ($100\mu\text{g/dm}^3$) готовится от исходного раствора Mn^{2+} в день эксперимента проходя через междинный раствор - 5 mg/dm^3 ;
- исходный раствор иона Zn^{2+} с концентрацией 5 g/dm^3 ;
- рабочей раствор Zn^{2+} ($100\mu\text{g/dm}^3$) готовится от исходного раствора Zn^{2+} в день эксперимента проходя через междинный раствор - 50 mg/dm^3 ;
- растворы стандартных добавок для свинца, меди и цинка были с концентрацией $1,25 \text{ mg/dm}^3$, для кадмия - $0,25 \text{ mg/dm}^3$ и для марганца – 5 mg/dm^3 .

Метод анализа основан на электрохимическом накоплении из определяемых элементов на поверхности рабочего электрода в виде амальгамы в набор потенциальных поляризации с последующей регистрацией их анодного тока электрорастворения и представления их в виде пиков. Височина (площадь) пика пропорциональна концентрацией иона металла в растворе. Потенциал пика определяется природой определяемого иона и фонового электролита. Приблизительные значения потенциалов пиков определяемых ионов для фона 0.05M HCl представлены в табл. 1.

Таблица 1. Потенциалы пиков исследованных элементов.

Определяемый элемент	Потенциал пика, mV
Мед	-50 до -200
Свинец	-400 до -500
Кадмий	-600 до -700
Цинк	-900 до -1100
Марганец*	-1500

* Потенциал пика марганца определяется при фоновой раствор натриевого гидрогенокарбоната.

Присутствия ионов Cu^{2+} в анализируемой пробе мешает определения ионов Zn^{2+} ввиду того, что эти два элемента образуют набор из интерметаллических соединений, стандартные потенциалы которых отличаются от стандартного потенциала иона Zn^{2+} . Именно поэтому необходимо выделения иона Cu^{2+} из исследованного раствора. Общий ход анализа представлен на рис.3.



Рис. 3. Основные этапы анализа проб по методу ИВ.

Определение проводится по методу стандартной добавки. Этот метод включает регистрацию пиков одних и тех же параметров измерения в следующей последовательности: раствор контрольной пробы, анализированный раствор и анализированный раствор с добавкой стандартного раствора элементов определения.

В пробах морской воды и морского щелока необходимо предварительно проводить разложения органических веществ, которые мешают определения ионов металлов. Данные параметров разработанного инверсионно-вольтамперометрического метода для указанных элементов даны в табл.2.

Таблица 2. Основные параметры разработанного ИВ метода для указанных элементов.

Элемент	Диапазон измерения в анализируемом растворе, пробы, $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Повторяемость, %	Воспроизводимость, %	Относительная ошибка, %	Открываемый минимум, $\mu\text{g}/\text{dm}^3$
Кадмий	от 0.5 до 1.0	20	23	45	0.1
	от 1.0 до 10	10	12	24	
	от 10 до 500	7	10	19	
Медь	от 1.0 до 10	18	21	42	0.5
	от 10 до 500	10	12	23	
Марганец	от 0.5 до 20	12		32	0.1
Свинец	от 0.5 до 10	24	27	53	0.1
	от 10 до 30	16	20	40	
	от 30 до 80	7	10	20	
	от 80 до 500	5	7	14	
Цинк	от 1.0 до 10	21	24	28	0.5
	от 10 до 500	11	14	27	

Разложение проводится по методу минерализации влажных солей. Подготовка проб морской воды и морского щелока включает прокаливание остатка в муфельной печи при температуре около 400°C в течении 30-40 min

Пробы морской воды и медицинского щелока отбираются в количестве от 2 до 10 cm^3 . Затем пробы выпариваются до влажных солей в кварцевые стекла и перебрасываются в электролитную ячейку, после чего следует вышеуказанный ход анализа (рис. 3).

Содержание ионов металлов в анализируемых пробах определяется согласно величины аналитических сигналов (площади) пиков анализируемых проб и проб с добавкой стандартного раствора.

* Результаты анализа Pb и Cu по ИВ методу сравнены с теми, которые получены с использованием стандартных спектрофотометрических методов. Полученные результаты обоих методов хорошо совпадают.

Как видно из данных табл.3, концентрации указанных тяжелых металлов варьируют в широких пределах с возрастанием плотности морской воды от 1,023 до 1,285 g/cm^3 .

Таблица 3* Анализ микроэлементов в морской воде в ходе ее естественного испарения (n=5).

Анализируемый объект	Элементы определения	Состав фона	Количество пробы	Определяемые концентрации		Отн. станд. откл., Sr, %
				\bar{x} , g/cm ³	\bar{x} , µg/dm ³	
Морская вода, при плотности, 1,023 g/cm ³	Pb	HCl	10 cm ³	1,6·10 ⁻⁹	7	13
	Cu	HCl	10 cm ³	0,2·10 ⁻⁸	31	
	Cd	HCl	10 cm ³	2,8·10 ⁻¹⁰	0,2	13
	Mn	NaHCO ₃	10 cm ³	2,5·10 ⁻⁸	25	17
Морская вода, при плотности, 1,031 g/cm ³	Pb	HCl	10 cm ³	1,7·10 ⁻⁹	8	9
	Cu	HCl	8 cm ³	0,3·10 ⁻⁸	35	13
	Cd	HCl	13 cm ³	5,6·10 ⁻¹⁰	0,4	13
	Mn	NaHCO ₃	10 cm ³	3,1·10 ⁻⁸	34	17
Морская вода, при плотности 1,067 g/cm ³	Pb	HCl	10 cm ³	2,1·10 ⁻⁹	10	9
	Cu	HCl	10 cm ³	0,6·10 ⁻⁸	45	10
	Cd	HCl	10 cm ³	0,2·10 ⁻¹⁰	0,6	9
	Mn	NaHCO ₃	10 cm ³	3,4·10 ⁻⁸	40	15
Морская вода, при плотности, 1,230 g/cm ³	Pb	HCl	10 cm ³	2,7·10 ⁻⁹	13	11
	Cu	HCl	10 cm ³	0,6·10 ⁻⁸	45	10
	Cd	HCl	10 cm ³	0,8·10 ⁻¹⁰	0,7	9
	Mn	NaHCO ₃	10 cm ³	3,6·10 ⁻⁸	42	18
Морская вода, при плотности 1,241 g/cm ³	Pb	HCl	10 cm ³	2,1·10 ⁻⁹	10	9
	Cu	HCl	10 cm ³	1,3·10 ⁻⁸	55	10
	Cd	HCl	10 cm ³	1,6·10 ⁻¹⁰	0,8	9
	Mn	NaHCO ₃	10 cm ³	4,2·10 ⁻⁸	55	15
Морской щелок, при плотности, 1,285 g/cm ³	Pb	HCl	2,0 cm ³	3,2·10 ⁻⁸	45	6
	Cu	HCl	2,0 cm ³	4,2·10 ⁻⁸	60	7
	Cd	HCl	2,0 cm ³	0,1·10 ⁻⁹	3	18
	Mn	NaHCO ₃	2,0 cm ³	3,1·10 ⁻⁷	810	17

3. ВЫВОДЫ

1. С использованием метода ИВ без прерывания основной цепи при замене растворов достигается лучшая воспроизводимость и точность определения некоторых тяжелых металлов в морской воде в ходе ее естественного испарения.

2. Данные, полученные при анализе тяжелых металлов в морской воде при ее естественном испарении показывают, что концентрации Mn и Cu близки к предельно допустимым для уканного объекта. Концентрации остальных тяжелых металлов значительно ниже предельно допустимых концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Другов Ю.С., Родин А.А., Экологическая аналитическая химия. Санкт-Петербург, Анатолия, 2002.
2. Бонд А.М. и савтори, Электроаналитические методы. под ред. Шольца, Москва, Бином, 2006.
3. Брайнина Х.З., Нейман Е.Я., Твердофазные реакции в электроаналитической химии. Москва, Химия, 1982.
4. Брайнина Х.З., Нейман Е.Я., Слепушкин В.В., Инверсионные электроаналитические методы. Москва, Химия, 1988.
5. Брайнина Х.З., Инверсионная вольтамперометрия твердых фаз. Москва, Химия, 1972.
6. Зайцев, Н.К., Супрун Е.В., Сведерский Е.Б., Осипова Е.А., Станев Д.С., Инверсионно-вольтамперометрическое определение микроэлементов в объектах окружающей среды и продукции сельскохозяйственного производства. Материалы IV, международная конференция « Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, кормов, растений и сельскохозяйственного сырья», 18-19 октября, 2006, Москва, ВВЦ, с. 57.

**INFLUENCE OF BIOLOGICAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY
OF EARLY POTATOES**

Tencho Cholakov, Hriska Boteva,

Maritsa Vegetable Crops Research Institute, 32 Brezovsko shousse str.,

4003 Plovdiv, Bulgaria, E-mail: tenizk@mail.bg

Abstract

During the period 2009 – 2010, a trial for investigation of the influence of organic manures: Vermikompost, Montera malc and liquid fertilizer Emosan on the yield of early potatoes grown after a preceding green beans crop was conducted in the Maritsa Vegetable Crops Research Institute – Plovdiv. Plants were grown according to a biological method without application of conventional fertilizers and pesticides.

It was established that the fertilization with Montera malc exerts the greatest effect on the productivity of early potato and the liquid fertilizer Emosan is on the second place. The yield obtained in fertilization with Vermikompost (400 ml/plant) is considerable lower than the corresponding ones obtained as a result of use of Montera malc (2000 kg/ha) and Emosan (300 L/ha).

Variety Marine showed the greatest productivity among the studied ones followed by the variety Trezor. The greatest yield was obtained in variety Marine (early - 28369 kg/ha and total -34608 kg/ha) after use of Montera malc. Differences in the yield that were observed between the variants fertilized with Montera malc and Emosan are in the limits of 1309 to 1902 kg/ha in variety Marine and from 1902 to 2489 kg/ha for variety Trezor, respectively. The established differences in the yield under the influence of different biofertilizers are statistically significant.

In view of the fact that the liquid fertilizer Emosan is considerable cheaper than Montera malc it is an adequate alternative for biological growing of early potato.

Key words: *early potatoes, biological production, biological fertilizers, yield*

1. ВВЕДЕНИЕ

Внесение удобрений является ключевым элементом любой технологии выращивания культурных растений. В связи с этим, в мировом масштабе ведется усиленная работа по увеличению эффективности минерального питания растений, ищутся новые формы удобрений и способы их внесения (Динев и Митова, 1995; Кирюшин, 1996; Singh, 2000; Митова и др., 2009). Но, интенсивное использование минеральных удобрений влечет за собой неприятные последствия как для почвы, так и для окружающей среды (Каров и др., 1997). Этот факт является основной предпосылкой появления и быстрого внедрения в аграрный сектор новых, органических удобрений (биоудобрений). Их самостоятельное использование или в определенном соотношении с минеральными удобрениями является разумным технологическим и природосообразным решением оптимизации питательного режима растений и обогащения почвенной микрофлоры (Панайотов и др., 2004; Вильман, 2005; Соколова и др., 2007).

В странах с развитым земледелием значительная часть производителей перешли к альтернативным методам удобрения и защиты растений, а именно, использование

органических удобрений и новых биопрепаратов (Blonde et al., 1997). Так в аграрном секторе возникла новая форма производства – биологическое земледелие. Биологическая фермерская система основана на динамических взаимодействиях между почвой, растениями, человеком и экосистемами. Она направлена на поддержку природных жизненных циклов, а не на повреждение природы (Каров и Андреев, 2000).

Биоудобрения – это природосообразное решение для сохранения и улучшения почвенного плодородия (Vlahova et al., 2011a). С их помощью ограничивается использование химических продуктов в земледелии, что является хорошей стратегией для поддержки питательного режима растений с более низкими энергетическими затратами (Михов и др., 2008; Михов и Ботева, 2012).

После присоединения Болгарии к Европейскому союзу у нас начался массовый внос новых биопродуктов, но фермеры все еще принимают их с резервами. Причиной этого является недостаточное наличие информации об их влиянии на сельскохозяйственные культуры и отсутствие технологий, подходящих для наших климатических условий. В настоящий момент у нас наблюдается тенденция к увеличению доли исследований в области биологического производства (Динчева и др., 2008; Arnaoudov, 2009; Boteva and Cholakov, 2010; Стоева и др., 2010; Vlahova et al., 2011b). Проводятся различные эксперименты, в которые включены и новые биопестициды, и биоудобрения, но все еще эта информация не является достаточной для создания стабильной основы устойчивого развития биологического сектора в нашей стране.

Целью настоящего исследования является установление эффекта внесения биологических удобрений на урожай раннего картофеля, при выращивании в соответствии с принципами биологического земледелия.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период 2009-2010 гг. в Институте овощных культур «Марица»-Пловдив на аллювиально-луговой почве были выведены опыты с ранним картофелем для исследования влияния биологических удобрений - Вермикомпост, Монтера малц и Эмосан на урожай раннего картофеля, выращиваемого после предшественника-зеленой фасоли. Растения выращивались биологическим методом без использования конвенциональных удобрений и пестицидов.

Краткое описание использованных биоудобрений:

Вермикомпост (биогурус) – органическое биоудобрение, полученное в результате питания красных калифорнийских червяков органическими остатками. Оно содержит питательные вещества, витамины, аминокислоты, антибиотики, гормоны (N 1.2-2.0 %, P 0.8-1.6 %, K 0.5-1.0 %, Ca 4.0-6.0 %, Mg 0.5-1.0 %, Fe 0.5-1.0 %, органическое содержание 40-50 %, гуминовые кислоты до 14 %, фульвокислоты до 7 %). Вермикомпост богат на полезные микроорганизмы.

Монтера Мальц - почвенное гранулированное удобрение растительного и животноводческого происхождения. Его содержание: сухое вещество – 90% органическое вещество, 74 % азот, 9 % фосфор (P₂O₅), 1 % калий (K₂O), 3 % кальций, 2 % магний, 0.3 % натрий, 0.1 % цинк 75 mg/kg. Он произведен из растительных продуктов и продуктов животноводства. Содержит 30 % мальцевых зародышей, от которых растения получают естественные гормоны для улучшения развития корней.

Эмосан – Жидкое органическое удобрение животноводческого происхождения с продолжительным воздействием на почву и растения. Содержит: азот (N) органический 5%, углерод (C) органический биологического происхождения 14 %. Эмосан обеспечивает сбалансированное питание растений за целый период вегетации и усваивается полностью.

Варианты закладывались в четырех повторениях - с площадью по 6,4 м². Использовались сорта „Марине”- Франция, „Трезор”- Голландия и „Рожен” – болгарский сорт. Проросшие клубни засаживались по схеме 70 x 25 см в возможно самые ранние сроки (для климатических условий района с 01.03. до 15.03.).

Для каждого сорта были заложены следующие варианты: **а)** контроль без удобрений: N₀ P₀ K₀, **б)** с внесением 400 ml вермикомпоста на растение, **в)** с внесением 2000 kg/ha биоудобрения *Монтера Мальц* и **г)** с внесением удобрения *Емосан* – 300 L/ha.

Внесение удобрений (*Биогумус* и *Монтера Мальц*) в борозды выполнялось непосредственно перед засадкой клубней. Во время засадки вносилось 50 % жидкого тора Емосан, а остальные 150 литров позже (на 30-й день после всходов, через фергитации).

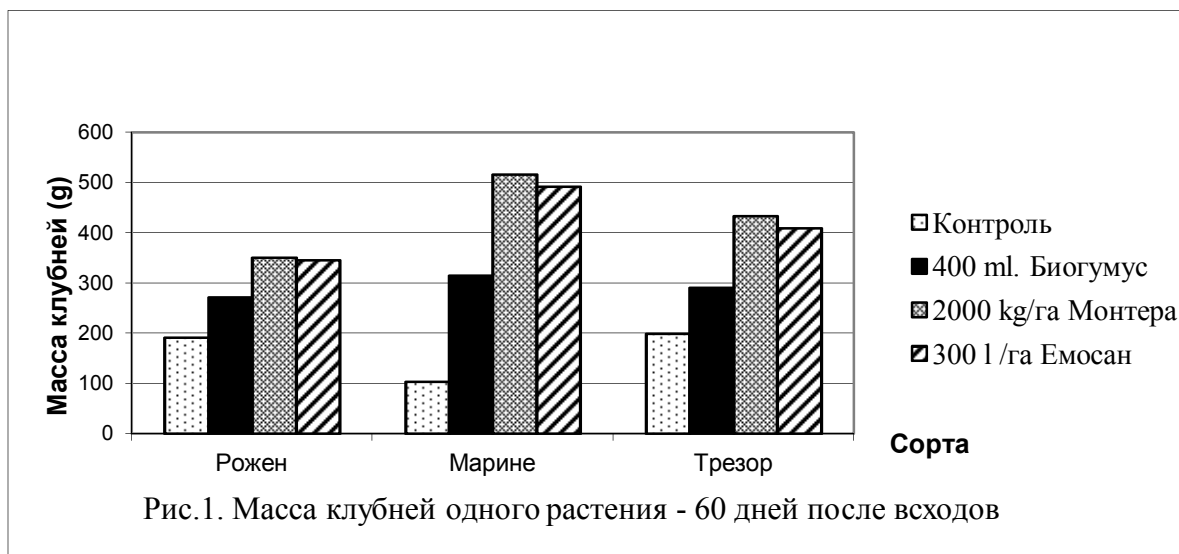
Для растительной защиты использовались биофунгицид „Тиморекс 66 ЕК” (0,5 % раствор для профилактики и 0,9 % при наличии симптомов) и биоинсектициды: „Пирос”(800 ml/ha) и ”Ним Азал-ТС ” (0,3 % раствор).

Определение “раннего” урожая вариантов выполнялось на 60-й день после даты массовых всходов картофеля. Обычно это происходит в третьей декаде мая месяца, когда цены на раннюю продукцию все еще сравнительно высокие. Установление общего урожая выполнялось на 75 день после всходов растений. Полученные результаты обработаны статистически (Duncan, 1995).

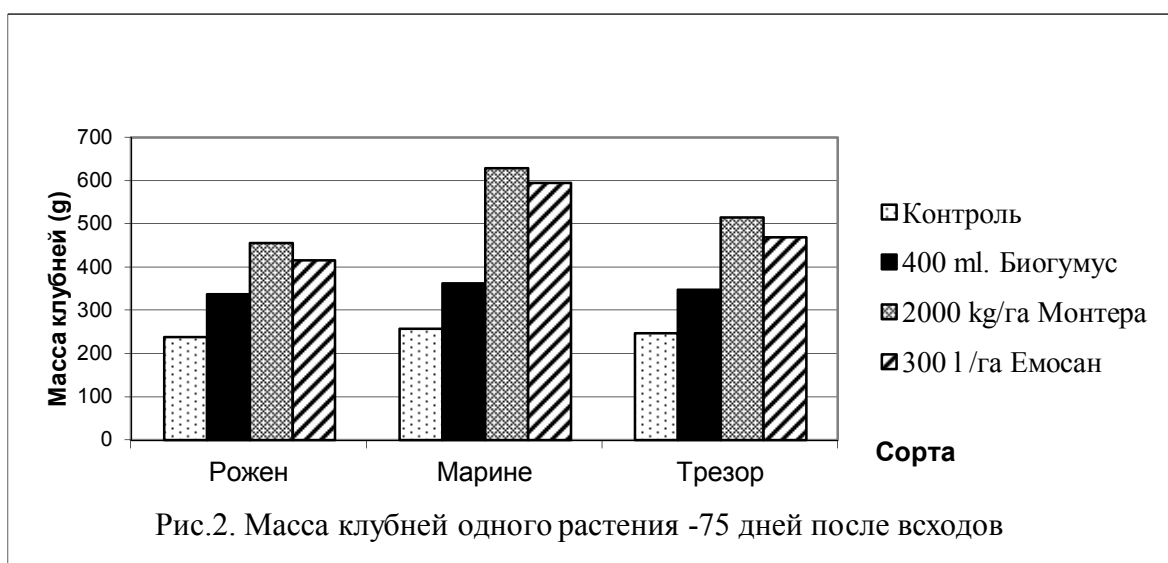
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Существенным элементом стратегии любого производителя при выращивании раннего картофеля является получение более ранней и в большем объеме продукции клубней. Это требование продиктовано более высокими рыночными ценами, которые быстро снижаются с наступлением лета. Также известно, что при биологическом методе растения выращиваются в условиях максимально близких к естественным и поэтому, в отличие от конвенционального производства, получаемый урожай ниже (Каров и др., 1997). Учитывая этот факт, в интересе фермеров является использование самых различных природосообразных методов и средств для оптимизации производства. Поэтому важным моментом в технологии выращивания является правильный выбор подходящих для цели сорта и биологического удобрения.

Из полученных экспериментальных данных о средней продуктивности растений (масса клубней) замечается определенная сортовая реакция на использование биологических удобрений (рис. 1 и рис. 2). Эффект от использования биологических удобрений лучше всего наблюдается у сорта Марине. На втором месте растения сорта Трезор, а самая низкая продуктивность при раннем производстве у сорта Рожен. Эти результаты получены при запасе почвы основными питательными элементами, близкими к оптимальным для биологического производства (табл.1).



Основным критерием влияния различных биоудобрений на культурные растения является количество полученной товарной продукции. При вариантах, удобряемых Вермикомпостом, замечается формирование более высокого раннего урожая по сравнению с контролем (без внесения удобрений) и для трех сортов - от 41,7 до 52,8 % (табл. 2). В результате использования биоудобрений Емосан и Монтера наблюдается в значительной степени увеличение хозяйственной продуктивности по сравнению с Вермикомпостом. Различия в раннем урожае между вариантами с внесением Емосана и контролем более высокие и находятся в диапазоне от 80,5 до 138,5 %. Самые большие различия наблюдаются при использовании удобрения Монтера Мальц. Полученный урожай превышает контроль в интервале от 83,2 до 150,0 %. Установленная опытным путем тенденция влияния биоудобрений при раннем урожае сохраняется и при полученных общих урожаях на 75-й день после всходов растений.



Необходимо отметить, что при вариантах с использованием удобрений Монтера мальц и Емосан установленные различия урожая между сортами Марине и Трезор и для двух сроков статистически доказаны. Только для сорта Рожен различия между полученным на 60-й день урожаем в результате внесения удобрений Монтера и Емосан статистически не доказаны. Однако, на 75-й день и для этого сорта проявилась статистически значимая разница в полученном урожае. Допускаем, что это исключение связано с более медленными темпами формирования продукции сорта Рожен.

Таблица 1. Результаты агрохимического анализа почвы перед засадкой клубней.

№	Срок	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		%	mg/100g почвы	mg/100g почвы
1.	Весна 2009.	0,24	18,0	16,8
2.	Весна 2010.	0,20	16,8	18,0

Полученные в результате исследования данные определенно показывают, что в зависимости от вида использованного биоудобрения, хозяйственная продуктивность при раннем картофеле варьирует в широких границах. По сравнению с контрольным вариантом (без внесения удобрений) значения этого показателя от 1,4 до 2,5 раз выше (табл. 2). Самый высокий ранний урожай после использования биоудобрения Монтера мальц показал сорт Марине (28369 kg/ha.). Опять же для этого сорта реализован и самый высокий общий урожай (34608,0 kg/ha.). Независимо от того, что полученные при использовании жидкого удобрения Емосан урожаи для сорта Марине от 1309 до 1902 kg/ha. ниже, чем соответствующие при вариантах с использованием удобрения Монтера, определенно и он имеет свои перспективы при биологическом выращивании раннего картофеля.

Таблица 2. Урожай биологически произведенных клубней

Варианты/ сорт	В среднем за период 2009 - 2010 гг.			
	Ранний урожай на 60 ^{-й} день после всходов		Общий урожай на 75 ^{-й} день после всходов	
	kg/ha	% относит. контроли	kg/ha	% относит. контроли
Рожен				
Контроль N ₀ P ₀ K ₀	10511 c	100	13134 d	100
400 ml Биогумос/ растение	14897 b	141,7	18543 c	141,2
2000 kg/ha Монтера	19263 a	183,2	25096 a	191,1
300 L/ha Емосан	18983 a	180,6	22915 b	174,4
Марине				
Контроль N ₀ P ₀ K ₀	11346 d	100	14187 d	100
400 ml Биогумос/ растение	17336 c	152,8	19982 c	140,8
2000 kg/ha Монтера	28369 a	250,0	34608 a	243,9

300 L/ha Емосан	27060 b	238,5	32706 b	230,5
Трезор				
Контроль N ₀ P ₀ K ₀	10961 d	100	13629 d	100
400 ml Биогумос/ растение	15952 c	145,5	19178 c	140,7
2000 kg/ha Монтера	23834 a	217,4	28322 a	207,8
300 L/ha Емосан	22481 b	205,1	25833 b	189,5

a,b.. – Duncan's multiple range test (p < 0.5)

ВЫВОДЫ

Среди исследуемых сортов с самой высокой продуктивностью оказался сорт Марине, следован сортом Трезор.

Установлено, что самое сильное влияние на продуктивность раннего картофеля, выращиваемого по технологии биологического производства, оказывает внесение удобрения Монтера Мальц. Самый высокий урожай (ранний - 28369 kg/ha и общий - 34608 kg/ha) получен для сорта Марине при внесении 2000 kg/ha удобрения Монтера малц. Наблюдаемые различия в урожаях между вариантами с использованием Монтера мальц и Емосан находятся в границах от 1309 до 1902 kg/ha для сорта Марине и соответственно от 1902 до 2489 kg/ha для сорта Трезор. Однако это не ограничивает возможности применения и жидкого удобрения Емосан для биологического выращивания раннего картофеля. Кроме того, Емосан в несколько раз дешевле, чем гранулированное биоудобрение Монтера мальц.

Полученные урожаи при использовании удобрения Вермикомпостом значительно ниже, чем при использовании удобрений Монтера мальц и Емосан. Установленные различия в урожаях, полученных под влиянием различных биоудобрений статистически доказаны.

БЛАГОДАРНОСТИ:

Авторы выражают свою благодарность фонду «Научные исследования» к Министерству образования, молодежи и науки, Болгария за финансовую поддержку в рамках проекта ТК 01-0183 (договор Д 002-316).

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Вильман Александр Александрович. 2005, Эффективность нетрадиционных органоминеральных удобрений при возделывании картофеля на выщелоченных черноземах лесостепи Алтайского края. Дис. канд. с.-х. наук : 06.01.04 : Барнаул, 2005, 144 с. РГБ ОД, 61:05-6/245.
2. Динев, Н., Ив. Митова. 1995. Удобрения и изменение некоторых биохимических характеристик у томатовых растений. Сб. Докладов Юбилейной научной сессии Высшего Сельскохозяйственного Института г. Пловдива, том II, кн. 1, 315-317.
3. Динчева Цв. Ив. Димов, Хр. Ботева. 2008. Влияние биопродуктов на урожай зеленого перца среднераннего производства. Сб. Докладов VII Национальной научно-технической конференции с международным участием, 18. 05. 2008, Акад. Изд. Аграрного Университета, г. Пловдива, 203-207.

4. Каров Ст., Пл. Параскевов и Вл. Попов, 1997. “ Биологическое земледелие – основные принципы и перспективы развития в Болгарии”, ЕКОФАРМ, Пловдив, 1997.
5. Каров Ст., Р. Андреев, 2000. Защита растений в приусадебном биологическом и интегрированном саду“. Издание „ Биологическое садоводство” № 2, 151.
6. Кирюшин В.И., 1996, Экологические основы земледелия, М. “Колос”, 364.
7. Митова Ив., Р. Кънчева, Н. Динев, Хр Ботева. 2009, Вегетативные и репродуктивные проявления помидор средне раннего производства в полевых условиях, в зависимости от сорта и применяемых удобрений. Материалы III-го Международного симпозиума "Экологические подходы к производству безопасных пищевых продуктов", Октябрь 2009, Пловдив, с. 177-182.
8. Михов М., И. Тринговска и Т. Митова, 2008. Возможности улучшения энергетического баланса производства томата в остекленных теплицах с помощью приложения новых стратегии поддержания питательного режима. Сельскохозяйственная техника, 4: 2-7.
9. Михов М., Хр. Ботева, 2012. Влияние биопродуктов на энергетическую продуктивность томата. Сельскохозяйственная техника, 1: 2-8.
10. Панайотов Н., К. Сапунджиева, Й. Карталска, Д. Димитров. 2004 Влияние биоудобрения - компост червя, на развитие рассады помидор и прикорневой микрофлоры. Научные труды Аграрного Университета, 2004 года т. XLIX, с. 77-82.
11. Соколова М.Г., Акимова Г.П., Нечаева Л.В., Соколова А.Н., Вайшла О.Б., Ведерникова А.А. Использование биоудобрений для получения экологически чистого урожая // Материалы Всеросс. конф. «Экология в современном мире: взгляд научной молодежи», Улан-Удэ. 2007. С. 315-316.
12. Стоева А., В. Харизанова, М. Пападаки, В. Янкова. Влияние органических удобрений на хищных клещей проживающих в почве, семьи Laelapidae (Acari: Mesostigmata). Пловдив, Научные труды Аграрного Университета, 2010. т. LV, кн. 2, с.77-82.
13. Arnaoudov B. 2009. Effect of organic fertilizers on the chemical technological indices of greenhouses cucumbers production cultivated in soil and soilless media. Proceedings of the International Conference “ Research people and tasks on multidisciplinary sciences “, Lozenec, Bulgaria 10-12 june, 2009; 1: 311-315.
14. Blonde S., S. Sharma, A. Chougule. 1997 Effect of bio-fertilizer in combination with nitrogen through organic and inorganic sources on yield and quality of onion. News Letter National Horticultural Research and Development Fondation. 17(2): 1-3.
15. Boteva Hr., T. Cholakov 2010. Study on influence of biofertilizers for growing of tomato in field conditions. Journal of International Scientific Publications; Ecology&Safety, Volume 4, p. 153-161.
16. Duncan, D. Multiple range and multiple F-test. Biometrics, 1995; 11: 1 - 42.
17. Vlahova V. N., H. Boteva, T. Cholakov, 2011a. Influence of biofertilizers of pepper yield (*Capsicum annum L.*) cultivated under the conditions of organic agriculture. Journal of International Scientific Publications; Ecology&Safety, Volume 5, part 2, p. 206-213.
18. Singh L. (2000). Effect inoculation *Azotobacter* and *Phosphobacter* on potato in north-eastern hills. Indian Journal of Agricultural Science. 70 (6): 385-386.
19. Vlahova V., Z. Zlatev, H. Boteva, 2011 b. Study on the impact of biofertilizers on the leaf gas-exchange of pepper (*Capsicum annum L.*) cultivated under the conditions of organic agriculture. Journal of International Scientific Publications ; Ecology&Safety, Volume 5, part 2, p. 214-223.

**RESULTS PRECISION GRAVIMETRIC PICTURE FOR CONSTRUKCION
OF WIND GENERATORS**

Tsenko Tsenkov¹, Emil Mihaylov²

¹Higher School of Civil Engineering "Lyuben Karavelov - Sofia"

²Natsionalen Institute of Geophysics and Geodesy Geography – BAS

Abstract:

The outcome of the high precision gravimetric picture near the town of Shabla made maps of anomalies Bugei, average anomalies, residual / local / anomalies and average horizontal gradients, indicating stability in the region of the image in geological and hydrogeological terms for construction of wind generators .

Key words: *Bugei anomalies; ostatachni / local / anomalies; averaged horizontal gradients, wind generators*

1.Введение

В некоторых районах, намеченные на строительство атомных электростанций и больших ветровых генераторов успешно используются электрические и гравиметрические методы. Есть также электротомографские исследования для выяснение геологических характеристик приповерхностного раздела [1]. Аппаратура для электротомографии была разработана для использования в инженерной и прикладной геофизики с целью изучения электрических свойств геологических изменений. Гравиметрическое оборудование также с успехом используется в прикладной геофизики и геодезии. Оба метода применяются для выявления дефектов и уровень воды в слоях земли. При помощи электротомографии изучают приповерхностны слои почвы. Гравиметрический метод регистрирует глубокое влияние на массу аномалий силы тяжести, что связано с изменением плотностной неоднородности земной коры. Необходимо изучение геологической среды района для стабильности область сеизмическая, есть ли неисправности в непосредственной близости от места и т.д. Делается и гидрогеологическая характеристик изучаемого региона. Для строительства большого ветрового генератора в городе Шабла было сделана такая гравиметрическая съемка и электротомография района прямоугольной формы с размерами около 110/120 метров. Эта публикация будет направлена на создание гравиметрической съемки и анализ полученных результатов.

2.Гравиметрическая съемка региона

Как уже упоминали в начале для строительства ветровых генераторов в районе Шабла была проведена гравиметрическая съемка с экипажем Минногеологического университета и БАН. Снимка, необходима для геологических и гидрогеологических характеристик района строительства. Гравиметрическая снимка, сделана с хорошо испытанным гравиметром Минногеологического университета ГР/К2 № 1319 на пять счетов с шагом 30 м и расстоянием между точками в пути 10 метров. Гравиметр носили в руках от точки к точке, с тем чтобы не допустить микросейсмике, которая могла быть создана в случае перевезения автомобилем. Продолжительность время измерения профиля вместе с детальными измерениями и контроля, составляет менее 1 часа. Измерения проводились по однократным методам с контрольных точек

от опорного пункта до объекта измерения. Опорный пункт связан по методом А-В-А-В с гравиметрической точкой от Еталонной сети Республики Болгарии в Дуранкулак. Средняя ошибка измерения контрольных точек $\pm 0,025$ мГал. Вычислены измеренные разности в ускорение силы тяжести Δg для каждого профиля, и они приведены в таблице 1. Из полученного значения Δg были рассчитаны также g значения. Были получены значения аномалий Буге при плотности $\sigma = 2,67$ г/см³. Аномалии рассчитаны гравиметрической системы IGSN-71 и нормальной силы тяжести в 1980 году. Бугера аномалия карта дана на рисунке 1. Основываясь на этой карте была построена карта аномалий в среднем на рис. 2, а затем построили карту остаточных / локальных / аномалий приведены на рисунке 3. На рисунке 4, показана карта средних горизонтальной градиентов исследованной области. Карты построены по формулам, приведенным в [2, 3].

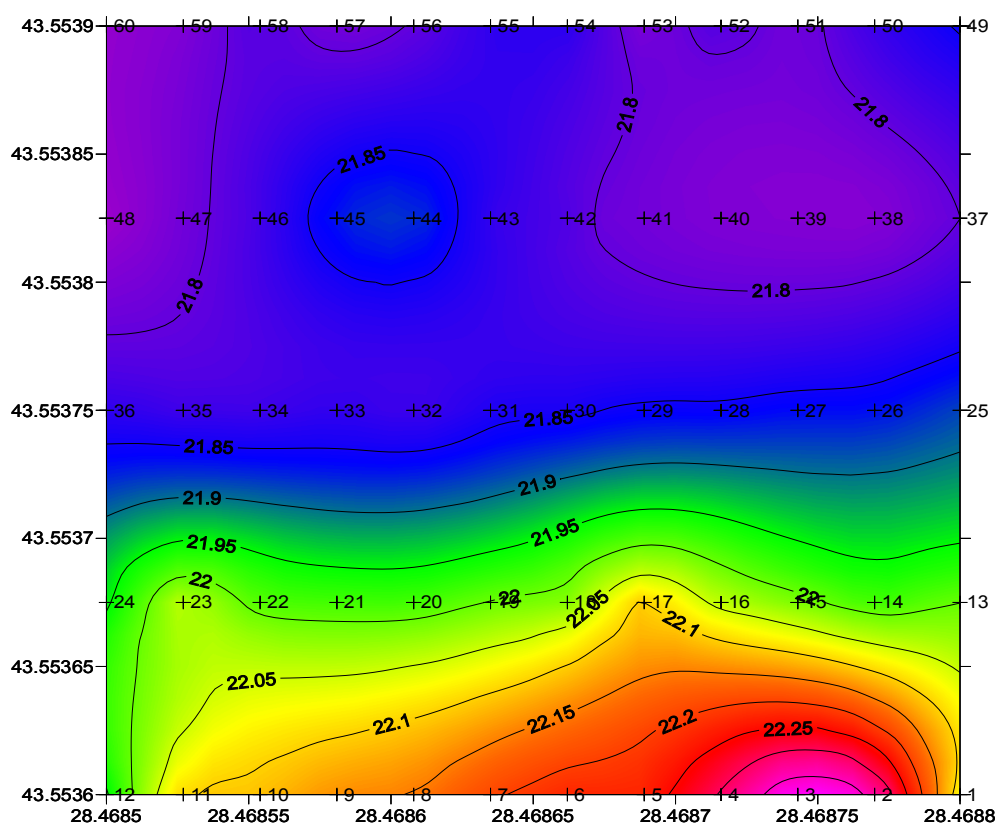


Рис. 1. Аномалии Буге на участке ветрогенератора
изоаномалии в ± 0050 мГал.

3. Анализ результатов

В таблице 1 приведены как подчеркнули стойности из Δg измерений на 5 профиля, которые были сделаны с гравиметрирования с расстоянием между точками 10 метров для каждой профил. Стойностные различия в тяжести Δg этих профилей в миллигалов. Большие различия в тяжести 0,300 мГал были найдены в профиле № 1. Эти различия находятся в остаточном / локальном / аномалий приведены на рисунке 3, достигает -0,055 мГал. В среднем аномалии приведены на рисунке 2 видно, что влияние отрицательных аномалий у нас в первые 3 профиля, а в двух других имеется, положительное воздействие на глубокие аномальные массы.

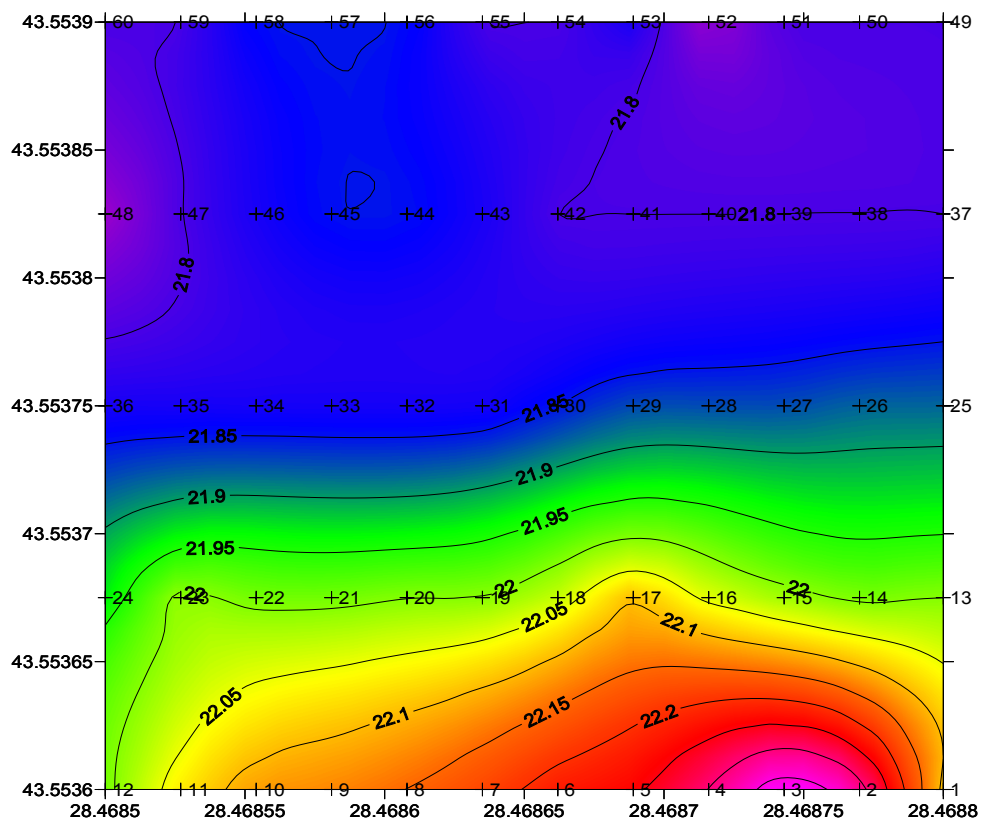


Рис. 2. Аномалии Буге усредненная на площадку для ветрогенераторов изоаномалии в +/- 0,050 мГл

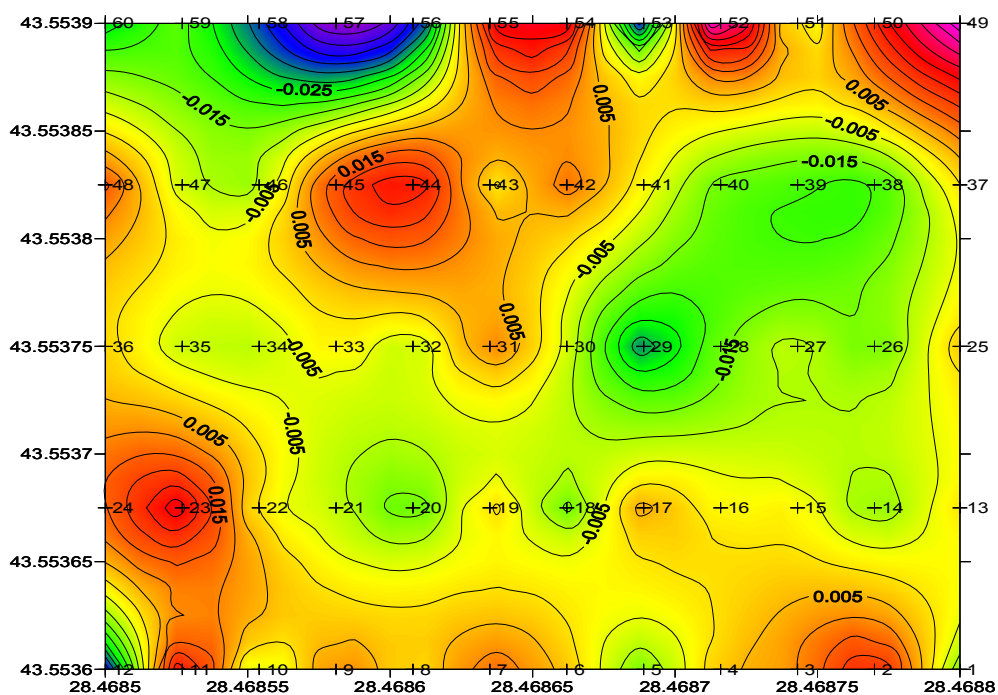
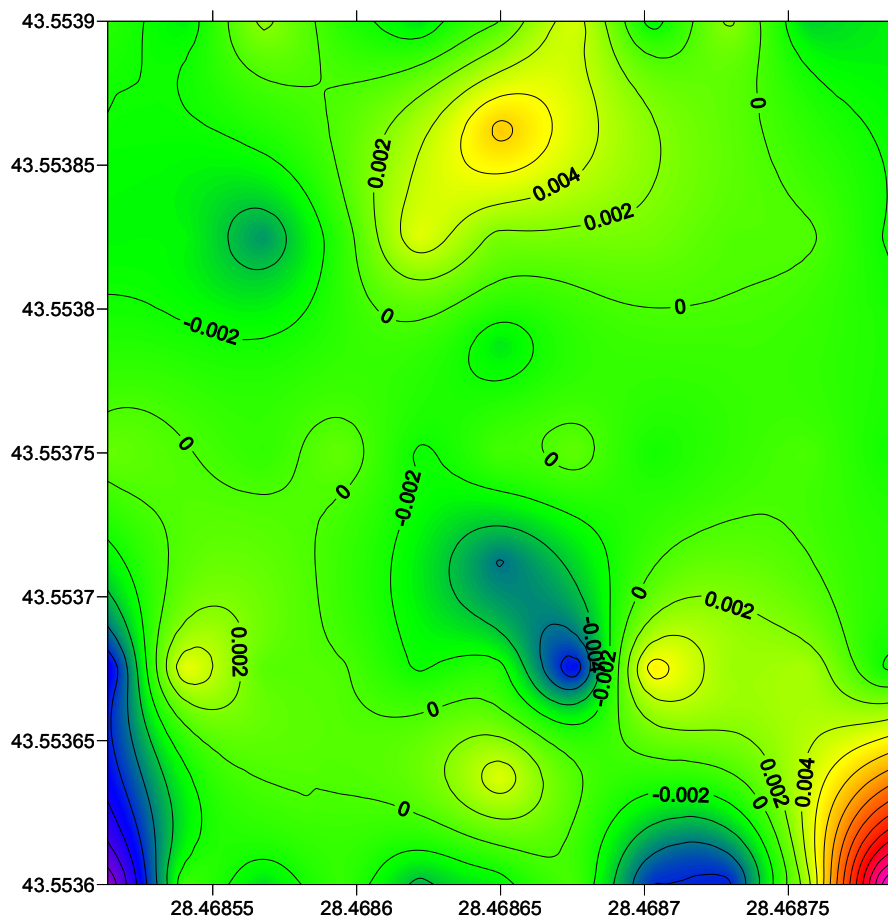


Рис. 3. Остаточные / локальные / аномалии Буге на участке для ветрогенераторов. Изоаномалии в +/- 0,005 мГл



**Рис. 4. Средний горизонтальный градиент.
 Изономалии в 0002 мГал / м**

Таблица 1

Профили измеренных различия в Δg миллигали на участке ветрогенератора

Профил 1		Профил 2		Профил 3		Профил 4		Профил 5	
1	0,000	1	0,000	1	0,000	1	0,000	1	0,000
2	0,292	2	-0,034	2	-0,022	2	-0,020	2	-0,024
3	0,020	3	0,047	3	0,001	3	0,002	3	-0,035
4	-0,094	4	0,024	4	-0,010	4	0,002	4	0,020
5	-0,078	5	0,077	5	-0,021	5	0,013	5	-0,024
6	0,009	6	0,112	6	0,009	6	0,014	6	0,042

7	-0,033	7	-0,009	7	-0,002	7	0,014	7	-0,003
8	-0,047	8	-0,020	8	-0,024	8	0,047	8	-0,036
9	-0,003	9	0,002	9	0,012	9	-0,009	9	-0,014
10	-0,036	10	0,010	10	-0,010	10	-0,043	10	0,031
11	-0,003	11	0,066	11	0,001	11	-0,020	11	-0,035
12	-0,177	12	-0,112	12	0,009	12	-0,020	12	-0,013
номера	Δg [мГал]	номера	Δg [мГал]	номера	Δg [мГал]	номера	Δg [мГал]	номера	Δg [мГал]

Тот же результат видно и из карты аномалий Буге приведены на рисунке 1. Районы тектонических нарушений аномалий силы тяжести не возникают. Возможные значения амплитуды аномалий приведены на рисунке 3, не превышает -0,055 мГал, а средний горизонтальный градиент на рисунке 4 не превышает 0028 мГал, а выделит таких аномалий с такой амплитудой для фоновых объектов в таких глубинах с горизонтальных градиентов не возможно, или район участка довольно стабильный.

Список литературы:

1. Стефан Димовски, Александър Цветков. Электротомографски изследования для оценки состояния мелиорированных хвостохранилища. Ежегодник Минногеоложского университета "Св. Иван Рильский», том 51, Sv.I, геологии и геофизики 2008, 136-143.
2. Делинджер П., Морская гравиметрия, Москва «Недра», 1982, 181-183.
3. Знаменский В.В. Полевая геофизика Москва, «Недра», 1980, 47-50.

**CATASTROPHES OF FIRES, EXPLOSIONS AND OIL SPILLAGE
RESULTING FROM ACCIDENTS ON MARINE SEMISUBMERSIBLE DRILLING
PLATFORMS**

Albert I. Begunov and Alexei A. Begunov

National Research Irkutsk State Technical University

83 Lermontov Str. Irkutsk Russia 664074

The oil and gas resources of the world ocean bottom are known to have been estimated as much as 1.8-2.1 bln tons of reference fuel which greatly exceeds the explored supplies of the hydrocarbon raw materials on dry land. The year 2009 saw as many as over 5000 deepwater exploratory wells and producers in the world. Deepwater fields of marine and oceanic continental shelves have become the objects of the exploration, their depths reaching up to 3 000 metres [1].

While platforms are set on a fixed support in shallow water shelf fields (less than 200 m), the so-called semisubmersible platforms are used in deepwater situations. It was this type of a plant called "Deepwater Horizon" located in the Gulf of Mexico that suffered from an explosion in April 20, 2010. Two days later the platform sank while oil from the damaged underwater well was pouring into the sea for several months which caused more than 10 in 12 power litres of crude oil to get into the water of the Gulf of Mexico. More than 10 in 6 power litres l of corexit and other chemical reagents were used to bind and settle the oil on the bottom. The total damage on the global scale is impossible to calculate precisely, but only the USA and "British Petroleum" losses are estimated as more than 40 of the milliards of USD.

A catastrophe following a similar scenario of a fire and explosion happened at the greatest submersible platform of "Piper-Alpha" in the Northern Sea in 1988. 167 human lives were carried away by it.

One more platform of the greatest, P-56, belonging to the firm of Petrobras blew up, burnt and sank at the coast of Brazil in March, 16 2001. By the beginning of the XXI century, the total number of great catastrophes with fires and explosions on marine platforms made up more than 20 [2].

Among the likely causes of the catastrophe in the Gulf of Mexico the following ones should be noted:

1. A deposit of methane hydrate occurred on the drilling way. An exothermic chemical reaction took place in gas-hydrate during oil-well cementing and made some amount of methane change into a gas phase (Prof. Robert Bea). On the changing and in the process of rising the gas bag the growth of methane volume reached the amount of 103-104 times greater resulting in the gas blowing up on the platform from any spark.

2. All the protective equipment at the well head was destroyed by the discharge of stratal fluid (a mixture of oil, gas and water) under a high pressure forcing out the drilling solution from the well.

The following causes of accidents on oil-producing platforms are considered to be also non-specific ones:

3. Crippling of equipment;
4. Errors of the staff;
5. Effect of hurricane winds and currents;
6. Seismic activity;

7. Shift of plates, etc.

Among the latter, the movement of near-bottom slide-rocks is meant which is called underwater mud flows. Due to unstable bottom, destruction of 110 pipelines is annually registered only, for example, in the mouth of the Mississippi river [2]. In our opinion, a system located not far from the sea surface and containing a semisubmerged platform weighing hundreds of thousand tons or even more, which is interconnected with a thread of concentric well pipelines having the outer diameter of 50 cm or less and as high as 3 000m, cannot be long term stable, but just metastable.

Stormy variable winds as strong as hurricanes and the corresponding marine surface currents are bound to cause a damage of any well sooner or later, the sections on the line where a well contacts sedimentary or solid rocks being particularly dangerous in this respect.

In this field three phases are in contact outside a well, i.e. steel, bottom materials of different composition and water. Another group of three phases interact inside a well, namely, oil, gas and water. The fields of three phase contacts are always characterized by the greatest speed of corrosion, so they should be taken into consideration while in the production procedure. A well is subject to the greatest mechanical loads on the verge of entering the ground and its destruction can be expected at any dramatic deviations of the platform itself from its typical positioning. Of course, destructions can take place at any weak point throughout the depth of the water mass. Oil spills that happen in such cases can any time increase the area of pollution up to a size of a catastrophe.

There are a lot of suggestions on localising oil spills by means of obstructions made of

elastic inflatable coats [4], log trees or bars [5], embankments [6] or artificial reefs [7]. A marine drilling platform has been suggested where the water from the waterlayer is supplied into the force-pump well with its horizontal part located below the bed of production [8].

These devices are provided for cases when there is some leakage of oil or gas condensate into the sea on localising some damages in the depth of the water mass or near the sea bottom.

It is impossible to realize Type [8] suggestions at great depths. On our suggestion, a protective fence has been carried out covering the whole height of the production well water mass – from a

work mark of the drilling platform up to the sea bottom [9]. The well is supplied with a protective tube with the diameter of 700-1000 mm. The tube is located concentrically relatively the well and is made of steel with the highest strength characteristics, its wall being thicker than that of casing, drilling or production tubes.

In Fig.1 one can see that the outer tube of Well 1 is encased in Protective Tube 2 mounted on Sea Bottom 5. The top edge of the protective tube is located above the maximum reference mark of the Sea Surface 4. The cavity formed by Well 1 and Protective Tube 2 is made waterproof. Pipeline 7 connects the cavity with Floating Capacity 6 for oil product collection intended for accidents.

The bottom part of the protective tube and the well is fixed on the sea bottom with the help of Anchors 3. They are made as rings of concrete or metal, threaded on the protective tube and mounted on the sea bottom. To make the process of anchor mounting easier the rings are supplied with Cut Slots 8, their width amounting to the order of 1.01-1.02 of the Protective Tube 2 outer diameter. The anchor rings are lowered down Tube 2 from the top, each of them being turned by several grades in the horizontal plane relatively the neighbouring one.

If the tube of Well 1 is damaged in an accident, oil or gas condensate penetrate the cavity

formed by Tubes 1 and 2 displacing water from it. Following this, oil and gas condensate move upwards to accumulate in the Floating Capacity 6 intended for oil product collection in accidents. High workability of the construction does not cause any doubts. Some growth of complicity in marine

oil wells construction and the corresponding growth of their costs is incomparable with the economical and moral losses resulting from human lives lost in grave

catastrophes accompanied by fires, explosions and oil spills covering hundreds of thousand square kilometers.

A proper thing to do now is to make some calculations of mechanical stability and reliability of the system consisting of a semisubmersible platform and a well for different sea depths. In addition, researchers-mechanics of high qualifications should be given the opportunity to perform this work. Following this, it would be necessary to construct and test it.

a physical model of the device offered above/

REFERENCES

1. N.P. Zapivalov. Neftegazonosnost akvatorii mira. Novosibirsk, 2009 g., 259 s.
2. N.J. Hyne. Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling and Production. Penn Well, 2001.
3. A.G. Kalinin, A.Z. Levitsky. Technologii burenia...na jidkie i gazoobraznye poleznye iskopaemie. M. «Nedra».1988, 374 s.
4. Patent RU № 2.192.516
5. Patent RU № 2.349.704
6. Claim RU № 96102458
7. Patent RU № 2.314.386
8. Patent RU № 2.382.140
9. Claim RU № 2010132394

**THE DEVICE PREVENTING OIL SPILLAGE RESULTING FROM CATASTROPHES
OF FIRES, EXPLOSIONS ON MARINE SEMISUBMERSIBLE DRILLING PLATFORMS**

Albert I. Begunov and Alexei A. Begunov

National Research Irkutsk State Technical University

83 Lermontov Str. Irkutsk Russia 664074, E-mail: [begunovhom@rambler.ru](mailto: begunovhom@rambler.ru)



The extraction of oil by marine semisubmersible drilling platforms is made at depth of the sea mount to 3000m and more. Thus frequent on such platforms there are accidents. The largest catastrophes of fires, explosions and oil spillage, are well-known, there took place of a plant in the Gulf of Mexico in 2010year, in the Coast's of Brazil in 2001year and with platform in "Piper Alpha" in the Northern Sea in 1988year. The possible reasons catastrophe in the Gulf of Mexico considered at literary date. The system is consist of semisubmersible drilling platform with mass in 100.000 ton and more, tying together by ends of "the rope"- concentric pipes of oil well –with bottom of sea. The "vertical" pipes has diameter not more than 0,4-0,5m at there height in 3000m(!). In conditions of storm's winds, surface floues the platform danglings with increasing amplitude and not be mechanical stability. The damages of pipes may by take place on all height it. Mean while , well-known inventions are permit to limit oil spillage chiefly in surface layers of water. In our claim for invention decision is offed, on which a protective fence has been carried out covering the whole height of the production well water mass. The well is supplied with a protective tube with the diameter of 700-1000mm and is made of materials with the highest strength characteristics protective tube mounted on the sea bottom. All system is fixed into water space with the help of Ancors the rings , putting on protective pipe.

In Fig.1 one can see that the outer tube of Well 1 is encased in Protective Tube 2 mounted on Sea Bottom 5. The top edge of the protective tube is located above the maximum reference mark of the Sea Surface 4. The cavity formed by Well 1 and Protective Tube 2 is made waterproof. Pipeline 7 connects the cavity with Floating Capacity 6 for oil product collection intended for accidents.

The bottom part of the protective tube and the well is fixed on the sea bottom with the help of Anchors 3. They are made as rings of concrete or metal, threaded on the protective tube and mounted on the sea bottom. To make the process of anchor mounting easier the rings are supplied with Cut Slots 8, their width amounting to the order of 1.01-1.02 of the Protective Tube 2 outer diameter. The anchor rings are lowered down Tube 2 from the top, each of them being turned by several grades in the horizontal plane relatively the neighbouring one.

If the tube of Well 1 is damaged in an accident, oil or gas codensate penetrate the cavity formed by Tubes 1 and 2 displacing water from it. Following this, oil and gas condensate move upwards to aacumulate in the Floating Capacity 6 intended for oil product collection in accidents. High workability of the construction does not cause any doubts. Some growth of complicacy in marine oil wells construction and the corresponding growth of their costs is incomparable with the economical and moral losses resulting from human lives lost in grave catastrophes accompanied by fires, explosions and oil spills covering hundreds of thousand square kilometers.

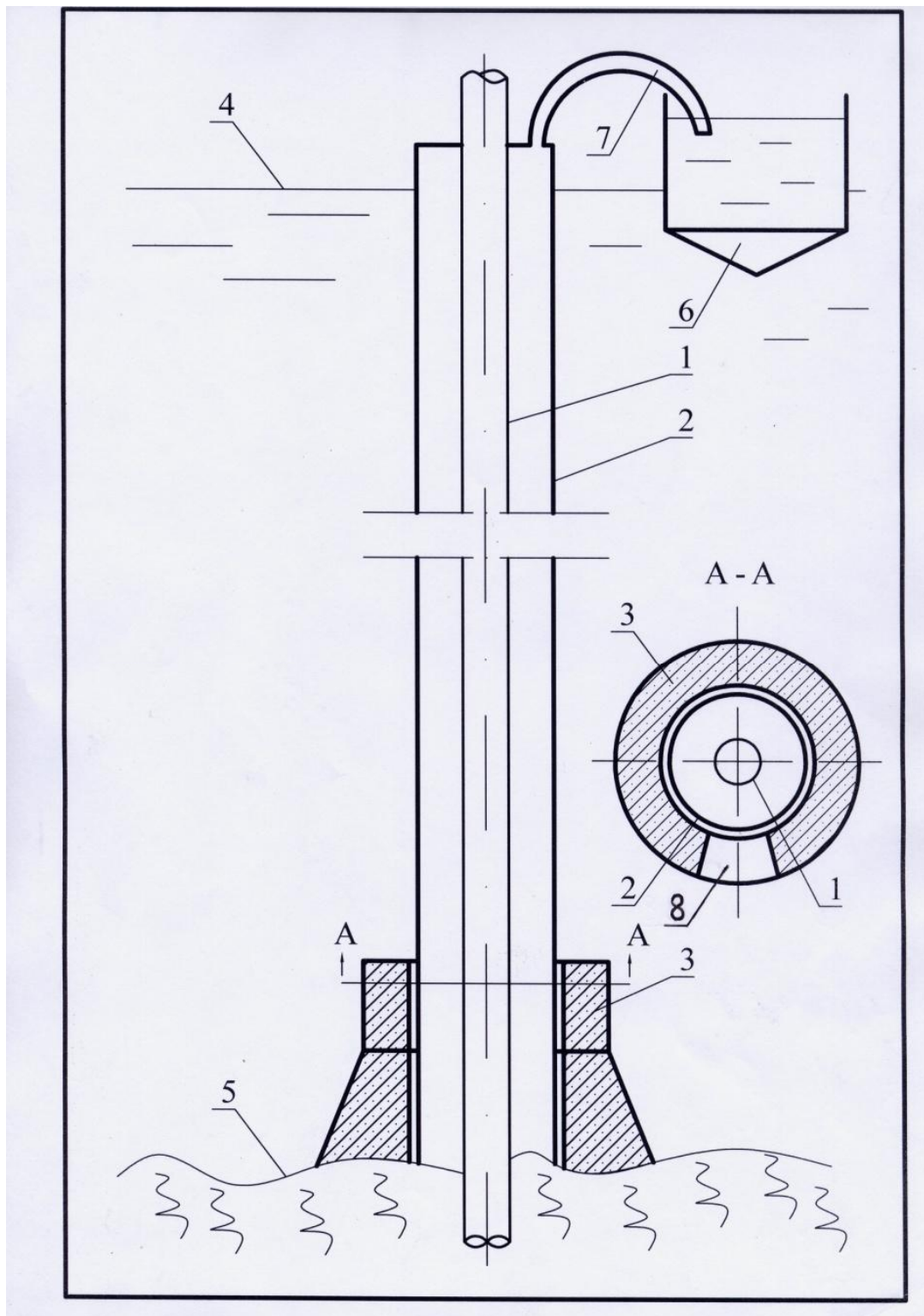


Fig.1

A proper thing to do now is to make some calculations of mechanical stability and reliability of the system consisting of a semisubmersible platform and a well for different sea depths. In addition, researchers-mechanics of high qualifications should be given the opportunity to perform this work. Following this, it would be necessary to construct and test it. A physical model of the device offered above.

REFERENCES

1. N.P. Zapivalov. Neftegazonosnost akvatorii mira. Novosibirsk, 2009 g., 259 s.
2. N.J. Hyne. Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling and Production. Penn Well, 2001.
3. A.G. Kalinin, A.Z. Levitsky. Technologii burenia...na jidkie i gazoobraznye poleznye iskopaemie. M. «Nedra».1988, 374 s.
4. Patent RU № 2.192.516
5. Patent RU № 2.349.704
6. Claim RU № 96102458
7. Patent RU № 2.314.386
8. Patent RU № 2.382.140
9. Claim RU № 2010132394

**PROTECTION OF URBAN ECOSYSTEM WITH COMPLEX LANDSCAPE
FROM AUTOMOBILE TRANSPORT THE WARM SEASON**

Andrey Shcherbatjuk

Zabaykalien state university, Russian Federation

Abstract

The paper considers the problem of air pollution by exhaust gases of cars in cities located in the East Siberian, as well as the impact of complex terrain on the annual change concentration of pollutants in the air compared to the European part of Russia. The author offers a technological solution to this problem.

Key words: *area, atmosphere, emissions, pollution, human, environment.*

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха, как элемента экосистемы, в которых показатель ИЗА равен или больше 14, ежегодно обновляется. (Рис. 1). [2]



Рис. 1. Города, с повышенной концентрацией примесей (более 10 ПДК) и города Приоритетного списка (ИЗА более 14) - 2012 г.

За последние пять лет в Приоритетный список постоянно включались Братск, Иркутск, Комсомольск-на-Амуре, Магадан, Селенгинск, Улан-Удэ, Чита. (рис. 2). [3]

Во всех этих городах, в отличие от городов, расположенных в равнинной части Российской Федерации отмечается более жесткий, резко-континентальный климат с большим перепадом

среднесуточных температур, а также сложный ландшафт месторасположения городов с большим перепадом высот относительно уровня моря. [4]

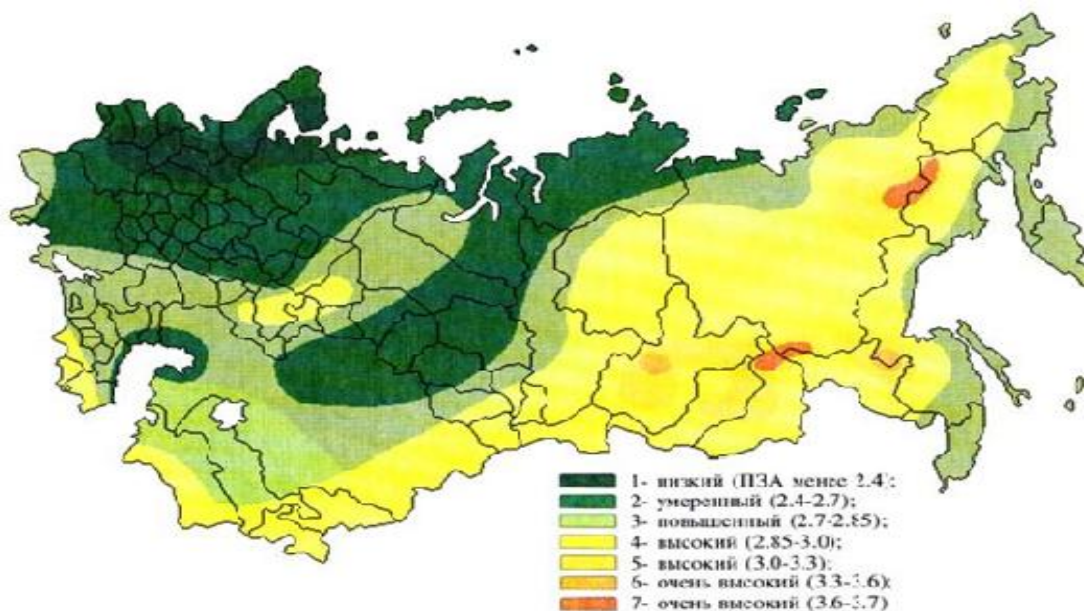


Рис. 2. Карта потенциала загрязнения атмосферы - 2012г.

В связи с этими двумя особенностями антропогенная нагрузка на данные территории увеличивается многократно. Особенно это сказывается на загрязнении атмосферного воздуха. [3]

На примере г. Чита, города со сложным ландшафтом, были проведены исследования и построена линейная зависимость индекса загрязнения атмосферы от высоты над уровнем моря за период с 2006 по 2012 г. по различным постам наблюдения которая показала, что концентрация токсичных и вредных веществ в г.Чита, имеющей горно-котловинное расположение, имеет явную корреляционную зависимость от высоты над уровнем моря. [4]

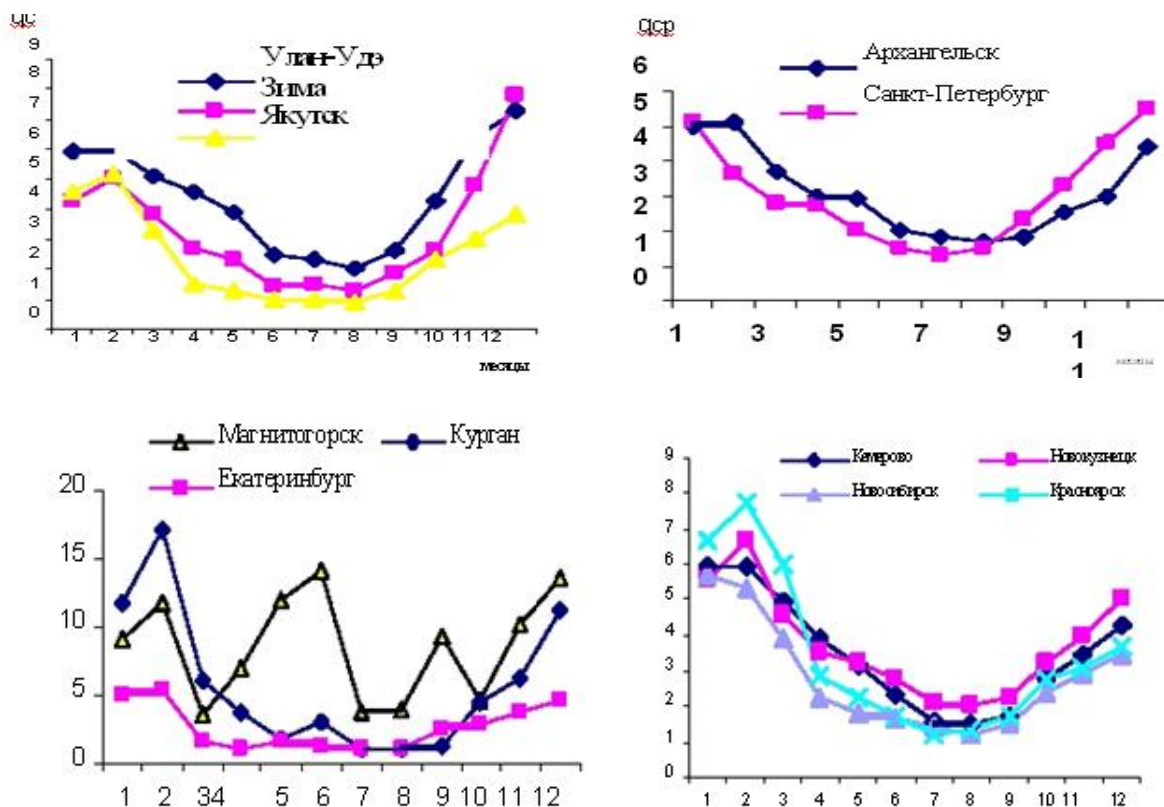


Рис. 3. Годовой ход изменений средних концентраций бенз(а)пирена ($\mu\text{г}/\text{м}^3 \cdot 10^{-3}$) в городах различных регионов России - 2012г.

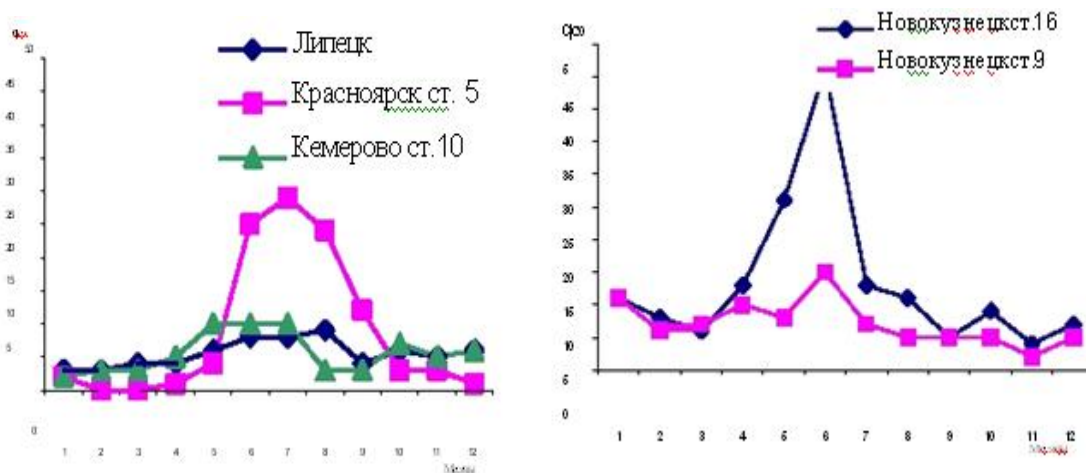


Рис. 4. Годовой ход концентрации формальдегида в городах России - 2012г.

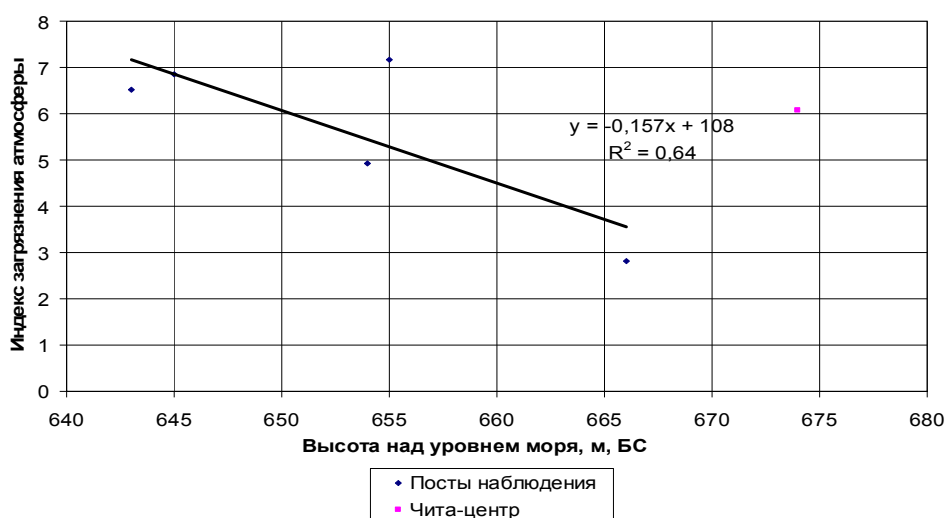


Рис. 5.

Зависимость осредненной величины индекса загрязнения атмосферы (Y) г. Чита за период с 2006 по 2012 гг. от высоты над уровнем моря (X, м БС)

Способность атмосферы к рассеиванию выбросов промышленных, коммунальных предприятий и автотранспорта на территории этих регионов минимальна и при прочих равных условиях меньше на 25...55 %, чем в других регионах России. Она усугубляется преобладанием горно-котловинных ландшафтов данных территорий, усиливающего эффект застоя и загрязнения воздушных масс ещё примерно на 50...75 %. Таким образом можно сделать определенный вывод, что особенно неблагоприятные условия (очень высокий потенциал) создаются в Восточной Сибири. Можно отметить территории, где особенно неблагоприятны условия для рассеивания примесей. Наибольший ПЗА характерен для Магаданской области и Якутии, а также Забайкальского края. [5]

Под влиянием условий рассеивания при одинаковых выбросах создается различный уровень загрязнения воздуха. Это легко обнаружить при анализе информации о загрязнении атмосферы. Как видно из карты, Азиатская часть России, включающая районы Сибири и Дальнего Востока характеризуется высоким и очень высоким ПЗА. Именно по этой причине загрязнение атмосферного воздуха здесь всегда выше, чем на Европейской части. [5]

Для решения проблемы загрязнения атмосферного воздуха городов отработавшими газами автомобилей, в условиях сложного ландшафта, предлагается способ и ряд технологических решений, при практической реализации которых, возможно существенно улучшить качественные показатели атмосферного воздуха на этих территориях в летнее время:

1. Способ защиты атмосферного воздуха городов, имеющих горно-котловинное расположение, от загрязнения отработавшими газами автомобилей в летнее время

Предлагаемый способ относится к технологии создания зеленых городских лесозащитных зон.

В настоящее время известны города, имеющие горно-котловинное месторасположение и одновременно самые высокие показатели ИЗА (индекс загрязнения атмосферы), который имеет максимальные показатели в нижних точках котловин. [4] В пределах территории этих городов,

как и везде, имеются открытые автомобильные стоянки и подземные гаражи - стоянки. Имеются зеленые городские насаждения вдоль дорог, зданий, во дворах домов и т.п.

Недостатком таких городов, имеющих горно-котловинное расположение, является отсутствие специальной системы зеленых лесозащитных зон, привязанных к рельефу. Недостатком открытых автомобильных стоянок и подземных гаражей - стоянок является отсутствие или недостаточность систем очистки атмосферного воздуха от загрязнения токсичными и вредными веществами (ТВ и ВВ), входящими в состав отработавших газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автомобилей, и выбрасываемых в наибольшем количестве именно на автомобильных стоянках при неустойчивых режимах работы ДВС во время запуска и прогрева.

Технологическим результатом предлагаемого способа является возможность естественной очистки атмосферного воздуха от загрязнения ТВ и ВВ, поступающими с ОГ автомобильных ДВС в теплое время года.

Сущность решения проблемы заключается в том, что в местах скопления ТВ и ВВ, т. е. пределах нижних точек котловин создаются технологические парки, а так же рядом с открытыми автомобильными стоянками и над закрытыми подземными гаражами - стоянками создаются технологические скверы, расположенные таким образом, что сами скверы размещаются с подветренной стороны и вытянуты в сторону основного направления ветра по розе ветров. Деревьями для засадки технологических парков и скверов, обладающими наилучшими показателями по очистке атмосферного воздуха от ТВ и ВВ, являются тополь и сирень (акация), представляющие собой двухуровневую систему, наиболее эффективную в данном случае.

На рис. 6 изображен город с горно-котловинным месторасположением (1); технологический парк (2); система технологических скверов (3); основное направление ветра по розе ветров (4).

Технологический парк (2), являющийся естественным фильтром для очистки атмосферного воздуха от ТВ и ВВ, скапливающихся в нижних точках котловин (1). ТВ и ВВ в составе ОГ ДВС автомобилей вместе с воздушными массами с автомобильных стоянок, попадают в технологические скверы (3) рассеиваясь в сторону основного направления ветра по розе ветров (4) по всей площади технологических скверов.

В результате чего, в таких городах, имеющих горно-котловинное месторасположение, в летнее время года, происходит естественная очистка атмосферного воздуха городов от загрязнения ТВ и ВВ входящими в состав ОГ ДВС автомобилей.

Над парками и скверами возникают нисходящие потоки воздуха, потому что поверхность листьев значительно прохладнее асфальта и железа. Пыль, увлекаемая нисходящими токами воздуха, оседает на листьях. Один гектар деревьев хвойных пород задерживает за год до 40 тонн пыли, а лиственных - около 100 тонн. Парки и скверы, привязанные при строительстве к рельефу, могут быть активными проводниками чистого воздуха в центральные районы города. Качество воздушных масс значительно улучшается, если они проходят над парками и скверами. При этом количество взвешенных примесей снижается на 10 - 40%. Практика показала, что это является достаточно эффективным средством борьбы с вредными выбросами автомобильного транспорта, эффективность которых может варьироваться в довольно широких пределах - от 7 % до 35%. [1]

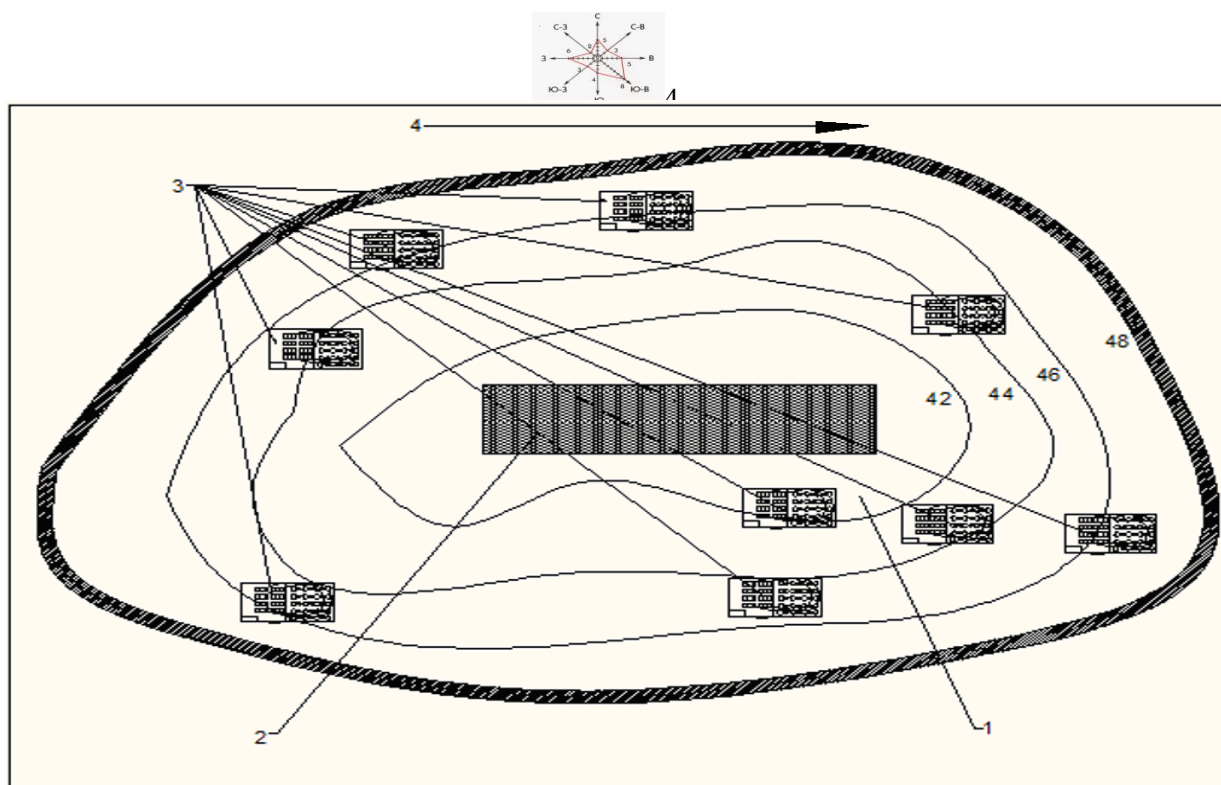


Рис. 6 Горно-котловинное расположение города с системой технологических парков и скверов

2. Технологическое решение: Открытая автомобильная стоянка с технологическим сквером

Решение относится к технологиям улучшения санитарно-гигиенических показателей атмосферного воздуха на открытых автомобильных стоянках, дополнительной очистки атмосферного воздуха от токсичных и вредных веществ, содержащихся в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания автомобилей.

В настоящее время известны открытые автомобильные стоянки, включающие: огороженную площадку и автомобили, находящиеся на ней, въездные ворота, помещение охраны.

Недостатком этих открытых автомобильных стоянок является отсутствие любой системы очистки атмосферного воздуха от загрязнения токсичными и вредными веществами (ТВ и ВВ), входящими в состав отработавших газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автомобилей, и выбрасываемых в наибольшем количестве именно на автомобильных стоянках при неустойчивых режимах работы ДВС во время запуска и прогрева.

Технологическим результатом предлагаемого решения является возможность естественной очистки атмосферного воздуха от загрязнения ТВ и ВВ, поступающими с ОГ автомобильных ДВС в теплое время года.

Сущность решения заключается в том, что в местах выброса ТВ и ВВ поступающие с ОГ ДВС автомобилей, рядом с открытыми автомобильными стоянками создаются технологические скверы, расположенные таким образом, что сам сквер размещается с подветренной стороны и

вытянут в сторону основного направления ветра по розе ветров. Деревьями для засадки технологических скверов, обладающими наилучшими показателями по очистке атмосферного воздуха от ТВ и ВВ, являются тополь и сирень (акация), представляющие собой двухуровневую систему, наиболее эффективную в данном случае.

На рис. 7 а) и б) изображена открытая стоянка и автомобили (1); въездные ворота (2); помещение охраны (3); технологический сквер (4); основное направление ветра по розе ветров (5); след оседания ТВ и ВВ (6).

Токсичные и вредные вещества в составе ОГ ДВС автомобилей вместе с воздушными массами с автомобильной стоянки (1), попадают в технологический сквер (4) рассеиваясь в сторону основного направления ветра по розе ветров (5) по всей площади технологического сквера (6).

В результате чего происходит естественная очистка атмосферного воздуха от загрязнения ТВ и ВВ входящими в состав ОГ ДВС автомобилей.

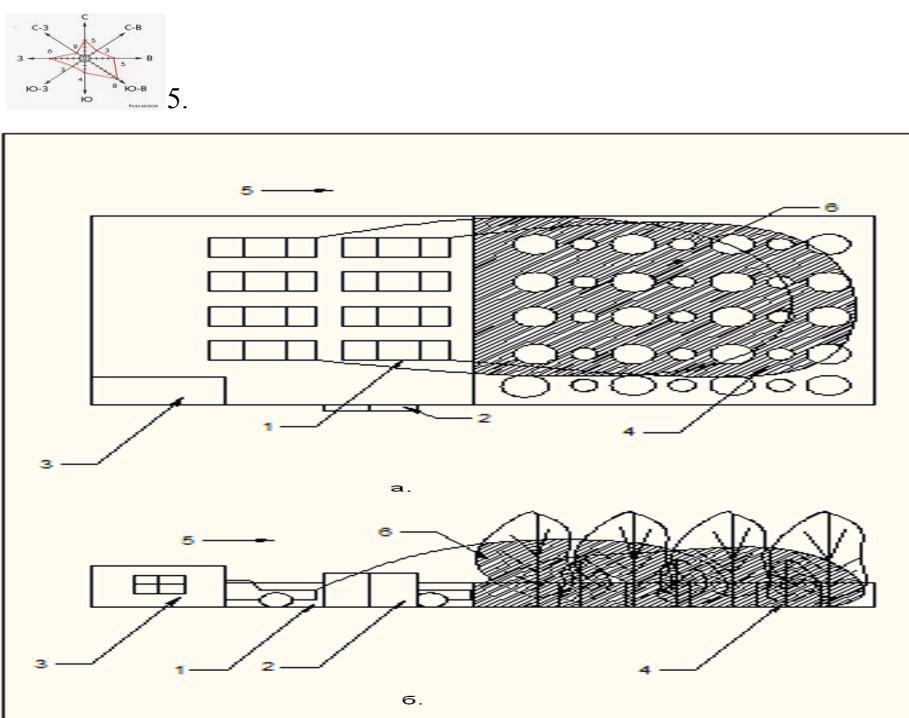


Рис. 7 Открытая автомобильная стоянка с технологическим сквером

3. Технологическое решение: Подземный гараж – стоянка с технологическим сквером

Решение относится к технологиям улучшения санитарно-гигиенических показателей атмосферного воздуха возле подземных гаражей – стоянок, дополнительной очистки атмосферного воздуха от токсичных и вредных веществ, содержащихся в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания автомобилей. В практике известны подземные гаражи - стоянки, включающее: жилое или административное строение, подземный гараж - стоянку, вход в подземный гараж - стоянку, фильтровентиляционную систему, автомобили.

Недостатком этих подземных гаражей - стоянок является недостаточная очистка выбросов от автомобилей из фильтровентиляционной системы в теплое время года, так как фильтры со временем засоряются и выходят из строя или вообще при проектировании не предусмотрены.

Технологическим результатом предлагаемого решения является возможность дополнительной естественной очистки атмосферного воздуха от загрязнения токсичными и вредными (ТВ и ВВ) веществами, поступающими с отработавшими газами (ОГ) автомобильных двигателей внутреннего сгорания (ДВС), выбрасываемых в наибольшем количестве именно на автомобильных стоянках при неустойчивых режимах работы ДВС во время запуска и прогрева.

Сущность решения заключается в том, что в местах выброса воздушных масс, в состав которых входят и ТВ и ВВ поступающие с ОГ ДВС автомобилей из подземных гаражей – стоянок, создаются технологические скверы, расположенные таким образом, что выход их фильтровентиляционной системы находится в углу сквера. Сам же сквер вытянут в сторону основного направления ветра по розе ветров. Деревьями для засадки технологических скверов, обладающими наилучшими показателями по очистке атмосферного воздуха от ТВ и ВВ, являются тополь и сирень(акация), представляющие собой двухуровневую систему, наиболее эффективную в данном случае.



5.

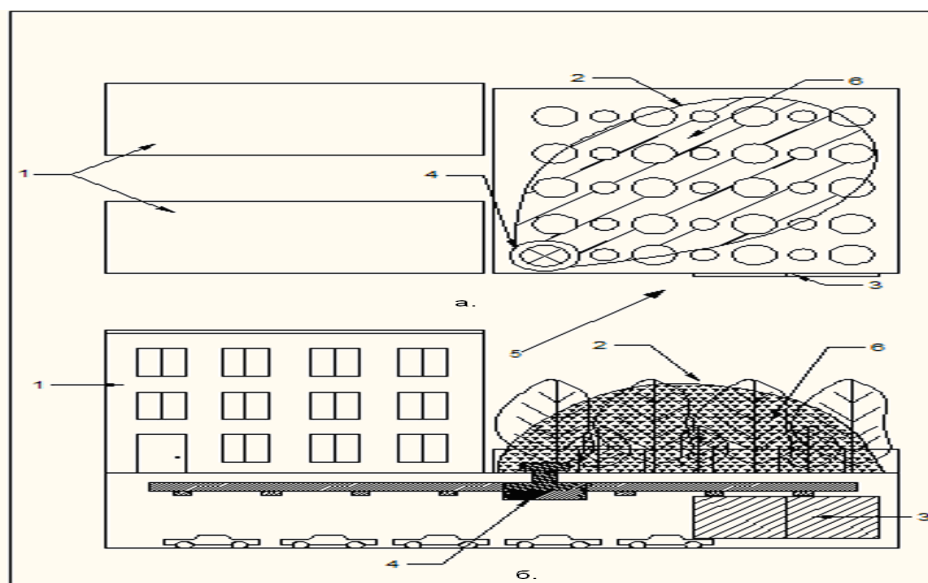


Рис. 8 Подземный гараж - стоянка с технологическим сквером

На рис. 8 а) и б) изображен подземный гараж - стоянка: 1) жилые или административные строения; 2) технологический сквер; 3) вход в подземный гараж - стоянку и автомобили; 4) фильтровентиляционная система; 5) основное направление ветра по розе ветров; 6) след оседания ТВ и ВВ.

Технологический сквер, являющийся дополнительным естественным фильтром, в теплое время года работает следующим образом. ТВ и ВВ в составе ОГ ДВС автомобилей вместе с

воздушными массами из подземного гаража - стоянки (3), находящегося под жилым или административным зданием (1) попадают в фильтровентиляционную систему (4), где частично пройдя очистку, выбрасываются в технологический сквер (2) рассеиваясь в сторону основного направления ветра по розе ветров (5) по всей площади технологического сквера (6).

В результате чего происходит дополнительная естественная очистка атмосферного воздуха от загрязнения ТВ и ВВ входящими в состав ОГ ДВС автомобилей.

Вывод: при практической реализации предлагаемых способа и технологических решений создается реальная возможность улучшить качественные показатели атмосферного воздуха городов, имеющих горно- котловинное расположение, в летнее время, что непосредственно скажется на улучшении здоровья людей.

Библиографический список

Воробьев А.Е. Основы природопользования: экологические, экономические и правовые аспекты. Учебное пособие/А.Е. Воробьев и др. /Под ред. проф. В.В. Дьяченко. — Ростов н/Д: Феникс, 2006. — С.

Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России в 2005. М.: Метеоагентство, 2007.

Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России в 2006. Нижний Новгород, 2007.

Щербатюк, А.П. Зависимость индекса загрязнения атмосферного воздуха городов от высоты над уровнем моря в регионах с резкоконтинентальным климатом и горно-котловинным расположением (на примере г. Чита) / А.П. Щербатюк // Междунар. конф. «Кулагинские чтения». – Чита: ЧитГУ, 2009. – Ч. III. – С. 136 – 139.

Щербатюк, А.П. Анализ влияния рельефа местности и температурных инверсий на загрязнение атмосферного воздуха в городах, расположенных в регионах с резкоконтинентальным климатом. / А.П. Щербатюк // Всерос. конф. «Приоритетные направления развития науки и технологий». – Тула: ТулГУ, 2010. – С. 5 – 9.

Contents

ECOLOGICAL-TOWN-PLANNING PECULIARITIES OF RECONSTRUCTION OF TOWN IN CONDITIONS OF TECHNO GENE RISKS (ON EXAMPLE OF ACTOBE)

AINAGUL K. TUYAKAEVA

Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering (KazGASA),

28 Ryskulbekov str., Almaty, Republic of Kazakhstan, 050043

4

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ УГЛЯ С ПЛАЗМЕННОЙ АКТИВАЦИЕЙ

Алия С. Аскарова, Сымбат А. Болегенова, Валерий Ю. Максимов, Айдын Бекмухамет

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Физико-технический факультет, Алматы, Казахстан

9

INFLUENCE OF BIOHUMUS ON GROWING OF OF PINE (PINUS SYLVESTRIS) SEEDLINGS

Maria A. Derbina

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk, 17, Severnaya Dvina Emb.

18

ENVIRONMENTAL AUDIT: INSTRUMENT OF FORECASTING ACTIVITIES OF THE WATER QUALITY FROM SURFACE WATER BODIES

Irina Kantaeva

Novosibirsk State University, Pirogova str. 2 Novosibirsk, Russia

25

ESTIMATION OF SPECIES DIVERSITY OF INVERTEBRATES AND THE ESTABLISHMENT OF THEIR ECOLOGICAL GROUPS IN THE MEADOWS OF THE FOREST ZONE

Leonora I. Khotko

«Scientific-practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for biological resources»,

Akademicheskaya str., 27, Minsk, 20072, Belarus

32

MORPHOFUNCTIONAL ALTERATIONS IN RAT HIPPOCAMPUS AT HYPERCORTICOID CONDITIONS

Sergey F. Zinchuk¹, Valentina G.Zinchuk¹, Rinat A. Mukhamadiarov²

¹Department of pathology, Kemerovo medical academy, Kemerovo, Russia

650029, Russia, Kemerovo, Voroshilova-street, 22-a

²Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases under the

Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, 650002, Russia, Kemerovo, Sosnoviy bulvar, 6

44

Journal of International Scientific Publications:
Ecology & Safety, Volume 6, Part 3

ISSN 1313-2563, Published at: <http://www.science-journals.eu>

NATURAL HAZARDS OF HYDRAULIC STRUCTURES IN YAKUTIA

Galina P. Struchkova¹, Tamara A. Kapitonova¹, Alexey I. Levin²

¹The V.P. Larionov's Institute of Physical and Technical Problems of the North
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences

²The Yakut Scientific Center Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 677 980, Yakutsk, Russia
49

PRINCIPLES OF SETTLEMENTS PLACEMENT IN YAKUTIA

Valery A. Prokhorov

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Belinskiy str., 58, suite 312, Yakutsk,
Republic of Sakha (Yakutia), Russia, 677000

58

**MECHANOCHEMICAL PROCESSING OF AGRICULTURAL WASTES
INTO COMPLEX FEED ADDITIVES FOR ANIMALS**

Elena G. Shapolova^{1,2}, Aleksey L. Bychkov^{1,2}, Oleg I. Lomovsky¹

¹Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry SB RAS,
Kutateladze str. 18, Novosibirsk 630128, Russia

²Novosibirsk State University, Research and Education Centre "Molecular Design and Ecologically
Safe Technologies", Pirogov str. 2, Novosibirsk 630090, Russia

65

**RESEARCH OF STRUCTURE AND PROPERTIES VIBRO-SOUND-PROOF
EPOXYPOLYURETHANE COMPOSITE MATERIALS**

Denis Zharin, Marat Gumerov, Azat Gumerov, Lenar Shafigullin

Камская государственная инженерно-экономическая академия, 423810, Naberezhnyi Chelny
78

**RECEPTION EPOXY COMPOSITE MATERIALS ON THE BASIS OF A WASTE
OF MACHINE-BUILDING MANUFACTURE**

Denis Zharin, Marat Gumerov

Камская государственная инженерно-экономическая академия, 423810, Naberezhnyi Chelny
92

THE FAUNA OF BRYOZOA CHEILOSTOMATA OF THE BLACK SEA.

Valentina I. Gontar

Laboratory of the brackish water hydrobiology, Zoological Institute RAS,
Saint Petersburg, Russia 199034

100

**THE STRIPPING - VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF THE MICROELEMENTS
IN SEA WATER IN THE PROCESS OF ITS EVAPORATION**

Dencho S. Stanev

Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Professor Dr. Assen Zlatarov University, Bourgas 8010, Bulgaria
130

Journal of International Scientific Publications:
Ecology & Safety, Volume 6, Part 3

ISSN 1313-2563, Published at: <http://www.science-journals.eu>

INFLUENCE OF BIOLOGICAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY OF EARLY POTATOES

Tencho Cholakov, Hriska Boteva,

Maritsa Vegetable Crops Research Institute, 32 Brezovsko shousse str., 4003 Plovdiv, Bulgaria

137

RESULTS PRECISION GRAVIMETRIC PICTURE FOR CONSTRUKCION OF WIND GENERATORS

Tsenko Tsenkov¹, Emil Mihaylov²

¹Higher School of Civil Engineering "Lyuben Karavelov - Sofia"

²Natsionalen Institute of Geophysics and Geodesy Geography – BAS

144

CATASTROPHES OF FIRES, EXPLOSIONS AND OIL SPILLAGE

RESULTING FROM ACCIDENTS ON MARINE SEMISUBMERSIBLE DRILLING PLATFORMS

Albert I. Begunov and Alexei A. Begunov

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov Str. Irkutsk Russia 664074

149

**THE DEVICE PREVENTING OIL SPILLAGE RESULTING FROM CATASTROPHES
OF FIRES, EXPLOSIONS ON MARINE SEMISUBMERSIBLE DRILLING PLATFORMS**

Albert I. Begunov and Alexei A. Begunov

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov Str. Irkutsk Russia 664074

152

**PROTECTION OF URBAN ECOSYSTEM WITH COMPLEX LANDSCAPE
FROM AUTOMOBILE TRANSPORT THE WARM SEASON**

Andrey Shcherbatjuk

Zabaykalien state university, Russian Federation

155