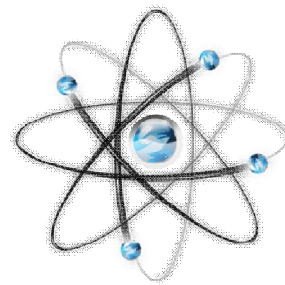


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ
ISSN 2303-9868**

Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,
д. 4, корп. А, оф. 17
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org



**Meždunarodnyj
naučno-issledovatel'skij
žurnal**

**№1 (32) 2015
Часть 1**

Подписано в печать 16.02.2015.
Тираж 900 экз.
Заказ 24007
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ"
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам XXXV заочной научной конференции Research Journal of International Studies.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Полное или частичное воспроизведение или размножение, каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения авторов.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПН № ФС 77 – 51217.**

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистанов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.исп.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринеева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

Екатеринбург - 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS	4
ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ	4
СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ ОКСОГАЛОГЕНИДОВ ВИСМУТА	10
К ВОПРОСУ О ТЕНДЕНЦИИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИО-ОБЪЕКТОВ НАРЯДУ И ВЗАМЕН НАНО-ОБЪЕКТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ	12
ПРИРОСТ ЦЕЛЫХ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ	16
АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА	31
ПОДКЛЮЧЕНИЕ GPS К МК, РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДВИЖЕНИЯ РОБОТА ПО GPS	33
ОРГАНИЗАЦИЯ СОПРЯЖЕНИЯ ДАТЧИКОВ С АНАЛОГОВЫМ ВЫХОДОМ С ПК И ДЕМОНСТРАЦИЕЙ В MATLAB	34
РАЗРАБОТКА СИЛОВОГО МОДУЛЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ СХЕМЫ Н-МОСТ	36
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY	38
МЕТОДЫ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЕССЕРИВАНИЯ В ПРИЛОЖЕНИИ К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ ЗАО «ВАНКОРНЕФТЬ».	38
ВЛИЯНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ХАРАКТЕР ВЗАИМОРАЗДЕЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНЫХ ИОНОВ В СТЕКЛАХ СИСТЕМ $(Me', Me'')_2 O - SiO_2$ ПО ДАННЫМ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	40
СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ СТЕКЛО – СЛЮДА	45
ВЛИЯНИЕ ФЕНИЛБИГУАНИДИНА НА КИНЕТИКУ РЕАКЦИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА НА ЖЕЛЕЗЕ В КИСЛЫХ ХЛОРИДНЫХ СРЕДАХ	47
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК KF НА ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЕ КРЕМНИЯ НА СТЕКЛОУГЛЕРОДНОМ ЭЛЕКТРОДЕ ИЗ РАСПЛАВА NaI-KI-K ₂ SiF ₆ .	49
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY	52
РАЗНООБРАЗИЕ ПСИХРОТОЛЕРАНТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	52
СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЛАЗМЫ СВИНОЙ КРОВИ С ЕЕ АНАЛОГАМИ.	56
К ВОПРОСУ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОЗЕРА ЖИЖИЦКОЕ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	58
ВОЛНОВАЯ ДИНАМИКА ОНТОГЕНЕЗА ЛИСТЬЕВ ЗАГРЯЗНЕННОЙ ОКОЛО АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ЛИПЫ	59
СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ В МЫТИЩИНСКОМ ЛЕСОПАРКЕ НП «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»	69
НОВЫЕ ШТАММЫ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РИЗОБИЙ ПРИАМУРЬЯ	70
ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY	72
ЛИКВИДАЦИЯ СКВАЖИН АГКМ МЕТОДОМ СОЗДАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ФЛЮИДОУПОРНОГО ЭКРАНА, ЕГО ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА	72
СОРБЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ НА ОСНОВЕ ВЕРХОВЫХ СЛАБОРАЗЛОЖИВШИХСЯ ТОРФОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	77
АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ В НАДПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА АСТРАХАНСКОМ ГКМ	79
МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ УРОЛИТОВ	83
МОРФОЛОГИЯ И СТРУКТУРА УРОЛИТОВ (МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ)	88
PHYSICAL-MECHANICAL AND MINERALOGICAL-PETROGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE GRANODIORITE OF "LOZJANSKA REKA", VILLAGE OF KRUSEVICA (WESTERN MACEDONIA)	91
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURE	97
ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА МИКРОБОЦЕНОЗ ЛУГОВОЙ ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ	97
МЕЖФЕРМЕРСКАЯ КООПЕРАЦИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНИКИ	98

ЗИМОСТОЙКОСТЬ СОРТОВ ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ	100
УРОВЕНЬ ТОВАРНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ	101
ВЫВЕДЕНИЕ НОВЫХ СОРТОВ СОИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ОРИГИНАЛЬНЫХ СЕМЯН	104

Гудукин В.И.
Предприниматель

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Аннотация

1. В предлагаемой работе доказывается, что в природе нет особенных объектов, обладающих специфическими параметрами. Параметры любых объектов в природе могут быть простыми и составными и их значение как угодно различаться, но они универсальны.

2. Все объекты во Вселенной движутся в среде с определённой плотностью кинетической энергии, а значит, и сопротивляемостью, и вязкостью. Именно благодаря неравномерности движения этой среды в природе возникают различные объекты и светит солнце.

3. В предлагаемой работе, в векторном исчислении вводятся уточнения и дополнения.

4. В предлагаемой работе все доказательства строятся на том, что в природе выделяются две противоположные субстанции: пустота и материя. Время и пространство являются производными от них, а физических полей не существует.

5. Взаимодействие в природе может происходить, как непосредственно, так и опосредовано. При этом природа электромагнитных взаимодействий и гравитации настолько различны, насколько в математике векторное поле отличается от скалярного.

6. В предлагаемой работе сформулированы аксиомы, из которых становится понятна сама сущность энергии и её круговорот в природе, происходящий в соответствии с условием динамического равновесия между противоположными субстанциями в произвольно выделенной части пространства, частным случаем которого являются законы сохранения, как в векторной, так и в скалярной форме.

Современная гипотеза о «происхождении» Вселенной – пережиток первобытного представления человека о природе. Вселенная в целом никогда и никуда не расширялась, а всегда находится в состоянии покоя, но в конечной части рассматриваемого пространства градиент плотности полной энергии может когда и как угодно менять своё направление и величину.

7. Скорость света – это скорость реального процесса в конкретных обстоятельствах, она не может быть абсолютной константой во времени и в пространстве. В природе существует третий вид взаимодействия, обозначим его как

«гравитационный», который позволит передавать сигналы со скоростью 10^{27} м/с.

Ключевые слова: энергия, гравитация, скорость света.

Gudukin V.I.

Entrepreneur

BASIC QUESTIONS OF NATURAL SCIENCE

Abstract

1. The research argues that there are no particular objects in nature that have specific parameters (characteristics). The parameters of any objects in nature can be simple and composite, their values may differ, but they are universal.

2. But in reality all of the objects in the Universe move in the medium which has a certain density of kinetic energy, and consequently has its own resistibility and viscosity. Due to the irregular movement of this medium there appear objects in nature and the Sun shines.

3. That's why in this research we introduce specifications and additions into the vector calculus

4. In the research all the arguments are constructed upon the theory that there are two opposite substances – matter and void. Time and space are their derivatives, there are no physical fields

5. The interference in nature can be immediate as well as mediate. The nature of electromagnetic interference and the nature of gravity is as different as vector field and scalar field.

6. The research postulates axioms which shed light on the essence of energy itself and its circulation in nature, that happens in accordance to dynamic balance between opposite substances in an arbitrary taken part of space, the special case of which are the laws of conservation in a vector as well as in scalar form.

The current hypothesis of the origin of Universe - is man's primitive notion about nature, it's a left-over. Universe as a whole never expanded to any direction, it's always been in a state of rest, but in the final part of the space examined density gradient of total energy may whenever and anyhow change its direction and size.

7. The speed of light is the speed of real process in specific circumstances, it can not be an absolute constant in time and space.

There is a third kind of interaction in nature. We define it as "gravitational", which will let transfer signals at the speed of 10^{27} м/с.

Keywords: energy, gravitation, speed of light.

Научно-философское введение (цели и задачи)

УТОЧНЕНИЯ И ДОБАВЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ.

Неизвестно, что хотел осмыслить И. Кант: понятие «абстрактного» или «опосредованного», философствуя над «сверхчувственным». Проблема заключается в том, что западноевропейские языки не обеспечивают необходимого уровня абстрактного мышления, поэтому западная цивилизация не видит разницы между «абстрактными», «реальными» и «конкретными» понятиями.

В этом отношении большое будущее у русского языка, так как это наиболее молодой, восточноевропейский язык, сформировавшийся на основе алфавитно-символической письменности при взаимодействии на просторах Евразии расово-этнических групп людей с различной структурой оперативной памяти головного мозга.

Опираясь на воображаемую геометрию, используемую авторами применительно к решению определённых интегралов, Эйнштейн приходит к абсурдным выводам. У него такие абстрактные понятия, как время может ускоряться или замедляться, а пространство искривляется в зависимости от состояния реального объекта и внешних конкретных обстоятельств, но зато скорость реального процесса в конкретных обстоятельствах является абсолютной константой в природе для всей Вселенной.

В предлагаемой работе доказывается, что в природе существуют только две субстанции абсолютно противоположных друг другу - пустота и материя, а время и пространство – это уже производные от них. Т.е. пустота и материя – это абстрактные понятия, в чистом виде их в природе выделить невозможно. А время и пространство не существуют сами по себе, их можно только отобразить с помощью реальных объектов и событий.

Если не вводить новых или дополнительных терминов, то под электромагнитными взаимодействиями необходимо понимать передачу изменения вращательной составляющей вектора импульса микрочастиц за счёт взаимного трения или зацепления их между собой. То есть проводник с электрическим током – это не шланг, по которому движутся электрически заряженные частицы, а редуктор, шестерёнками которого являются микрочастицы.

А гравитация – это не сила взаимного притяжения, а сила взаимного давления микрочастиц друг на друга, без которого не существовало бы ни Солнца, ни атома. Т.е. природа электро-магнитных взаимодействий и гравитации настолько различны, насколько в математике векторное поле отличается от скалярного.

Если упрощённо-схематично под термином «однородная среда» понимать совокупность однородных объектов в рассматриваемой части пространства, то под материальной системой, сокращённо (МС), необходимо понимать иерархию неоднородных объектов и сред, связанных общим для них доминирующим центром возбуждения кинематически согласованных движений, сокращённо (ДЦВ).

ДЦВ обладает любая рассматриваемая МС в природе будь то элементарная частица, галактика или макромолекула. На конкретном примере лучше осознать значение ДЦВ в понимании строения конкретных объектов и происходящих процессов в природе.

Так в ходе эволюции многоклеточных организмов нервная система животного сначала из координирующего органа развилась в иницирующий, и, наконец, у человека она становится доминирующим органом. Поэтому, если в колонии насекомых иерархия и специализация зависят от степени развития половых органов – матка, рабочая пчела и т.д., то у человека ДЦВ являются не половые органы, а мозг, поэтому в социальном организме иерархия выстраивается в зависимости от степени развития головного мозга, а именно:

лидер – человек, способный создавать алгоритмы для решения практических задач и предвидеть различные обстоятельства;

руководитель среднего звена – человек, способный пользоваться алгоритмом и анализировать текущие обстоятельства;

исполнитель – человек, способный выполнить конкретно сформулированную задачу и констатировать конкретные обстоятельства.

При этом необходимо учитывать, что современное государство – это не социальный организм, а скорее суперколония, т. е. переходная форма общества от первобытного социального организма к цивилизованному.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

В современной науке много архаичного. До сих пор для того чтобы описать свойства нового объекта или явления в природе, их наделяют новыми параметрами, а главный вопрос даже не сформулирован: почему вообще существует энергия в природе, как она распределена, и если есть круговорот энергии, то в чём его причина и по каким законам он происходит?

Если научный мир в конце XVIII века отказывается от теплорода и вводит понятие электрического заряда – это ещё как-то можно понять, но когда в XXI веке мировые СМИ трубят о великом открытии частицы, которая является носителем массы и обладает таинственными свойствами скреплять между собой другие элементарные частицы, – то это уже явный признак кризиса современной научной теории.

Вполне очевидно и оправданно выделение в природе объектов макро- и микромира. Но для того, чтобы доказать, что они взаимодействуют по одним и тем же законам, необходимо выделить универсальные параметры. Несомненно, что значение параметров у разных МС может сильно отличаться друг от друга, и при этом необходимо выделять простые и составные параметры, но они должны быть универсальными, только тогда можно сформулировать основные законы природы, которые являются общими для всех МС.

Если для того, чтобы объяснить какое-то явление в природе, придумывают специальную частицу, у которой отсутствует, например, масса покоя, или, наоборот, она является носителем электрического заряда, то есть эта специфическая частица обладает только ей присущими параметрами, то это свидетельствует о том, что нет понимания ни процессов, происходящих в природе, ни строения материальных объектов.

Таким образом цель и задача предлагаемой работы заключается в том, чтобы показать и доказать, что МС в природе обладают универсальными параметрами, и законы, по которым они существуют, тоже универсальны.

ДВОЙНАЯ ФУНКЦИЯ МАТЕМАТИКИ.

Математика играет особую роль в научном познании законов природы. Математика – это наука вычислений и измерений, с одной стороны, а с другой – это язык, на котором формулируются научные знания, то есть способ мышления.

Программным обеспечением для мозга – природного компьютера с конечным объёмом памяти и быстродействием – является язык. Письменность соединяет в себе образно-зрительные и логически-речевые ассоциации, поэтому доминирующим признаком цивилизации является язык и письменность.

Например, китайская цивилизация сначала обогнала европейскую во всём, в т. ч. и в технике, но в дальнейшем остановилась в своём развитии, так как не смогла перейти от пиктографической письменности к алфавитно-символическому письму. Так, для того чтобы с помощью иероглифов записать уравнение второго порядка, потребуется не одна страница текста. Поэтому промышленное производство возникло на Западе и было привнесено на Восток. Вершиной научной мысли западной цивилизации является векторное исчисление.

Лобачевский утверждал «необходимость принимать в геометрии в качестве исходных понятия, непосредственно приобретаемые из природы». В данной работе уточняется понятие вектора и вносятся дополнения в векторное исчисление, так как без этого невозможно понять так природу, так и результат взаимодействий МС. А именно вектор обладает не только точкой приложения, величиной и направлением, но и точкой цели, а цель может быть реальной и идеальной. Отсюда и результат взаимодействия этих векторов будет не простое их сложение или вычитание, а более комбинированный (см. рис.1).

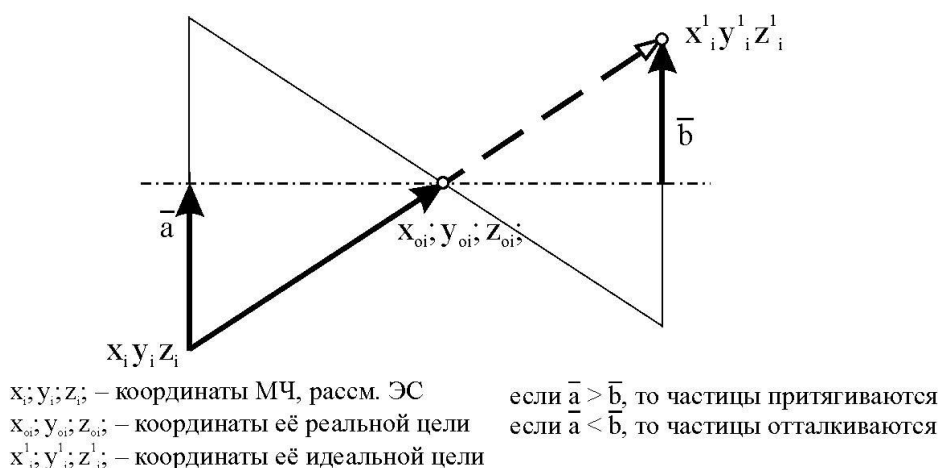


Рис. 1

Кроме этого, под электрическим зарядом нужно понимать кинематические свойства МС, а именно напряжённость её импульса, для определения которого необходимо введение скалярного деления векторов, – это отношение их величин, умноженное на косинус угла между ними (см. рис.2).

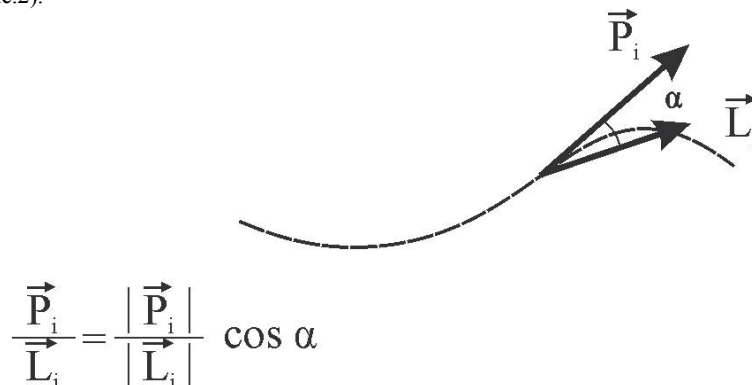


Рис. 2

УСЛОВИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В ПРИРОДЕ.

Классическая и релятивистская механики знают только две силы: внешнего воздействия и инертности. А сила собственного возбуждения, т.е. инициативы – не учитывается. Но при этом используется дополнительная субстанция – поле. Поэтому сегодня считается, что Солнце светит благодаря сжиганию внутри его ядра топлива, а движение планет происходит в пустоте, подчиняясь действию двух сил: гравитации и инерции.

На самом деле все объекты во Вселенной движутся в среде с определённой плотностью кинетической энергии, а значит, и сопротивляемостью и вязкостью. Поэтому при изучении движения любых объектов в природе необходимо учитывать не только третью – архимедову силу, но и воздействие движения самой среды на объекты.

Именно неравномерность движения этой среды создаёт избыточную плотность энергии на Солнце, часть которой излучается им обратно в пространство. То же самое можно наблюдать, если размешивать взвешенные частички в стакане с водой. Доказательством этому служит линейная скорость планет, которая возрастает от периферии к Солнцу. На Солнце происходят ядерные процессы, но не с выделением кинетической энергии, а с поглощением. А атомы водорода не сжигаются внутри Солнца, а формируются ближе к поверхности.

Картина мироздания становится ясной, если понять, что в природе существует условие динамического равновесия между двумя противоположными субстанциями, – пустотой и материей. Законы сохранения в обобщённом виде как в векторной, так и в скалярной форме являются его следствием и показывают таким образом связь параметров рассматриваемой МС с параметрами окружающей её среды.

При этом важно понять, что любая МС обладает собственным импульсом возбуждения, т. е. инерция и инициатива – это две стороны одной и той же медали.

Значение вышесказанного лучше осознать на следующем примере. В природе можно выделить три вида взаимодействия рассматриваемой МС с окружающей её средой:

1. Когда параметры среды доминируют над параметрами МС.
2. Когда они соизмеримы между собой.
3. Когда параметры МС доминируют над параметрами окружающей её среды.

Рассмотрим случай, когда параметры МС соизмеримы с аналогичными параметрами окружающей её среды. Примем значение параметров рассматриваемой системы, при котором выполняется условие динамического равновесия в природе за 100%. Тогда, если, например, собственный импульс возбуждения МС меньше необходимого, то взаимодействуя с внешней средой, он будет возрастать, но в следствие инертности он не остановится в точке равновесия, а продолжит свой рост и далее. Когда амплитуда собственных колебаний превысит энергию связи между составляющими этой МС, произойдёт разрыв этих связей там, где амплитуда собственных колебаний будет максимальна, т.е. по центру. Поэтому вместо одной МС с собственным импульсом, предположим в 130% от необходимого, образуются две одинаковые МС с собственным импульсом по 65%. И процесс таким образом возобновляется.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ЭВОЛЮЦИИ

Фундаментальная наука влияет не только на развитие техники и технологий, но и на социально-политические процессы. Это хорошо видно на примерах истории в XX в.

Ленин в своей статье «Материализм и эмпириокритицизм» опираясь на достижения западной философской мысли того времени пытался доказать, что раз материя первична, а сознание вторично, то бытие определяет сознание. А раз так, то в следующей статье «Государство и революция» он утверждает, что если сломать старую государственную машину и отменить частную собственность на средства производства, то появятся объективные предпосылки для общественно-политического прогресса.

Во-первых, сознание – способность совершать действие в зависимости от обстоятельств, не возникает на каком-то этапе эволюции, а им обладает любая МС в природе. И говорить о том, что первично, а что вторично, не имеет смысла, и дело здесь не в том, что материя, т. е. энергия – скалярная величина, а сознание, т.е. импульс – векторная величина. Они неразрывно связаны между собой и отражают разные стороны одного и того же процесса. Это всё равно, что выяснять, что первично – температура или давление.

Во-вторых, не всегда бытие определяет сознание. Ещё раз напомним, что в природе могут встречаться три случая, сформулируем их немного по-другому:

1. когда внешний импульс возбуждения доминирует над собственным;
2. когда они соизмеримы между собой;
3. когда собственный импульс возбуждения МС доминирует над внешним.

Если использовать тот же, что и у Ленина, пример крестьянина и биржи, то это означает, что в первом случае биржа диктует цены, во втором – брокеру имеет смысл торговаться, а в третьем случае крупный игрок может обвалить курс национальной валюты и получить при этом доход, так же как в своё время финансист Д. Сорос смог повлиять на курс английского фунта и заработать на этом прибыль.

Ленин был политик, а не философ, он не стремился изменить общественное сознание, а наоборот, подстраивался под него и подыгрывал ему для того, чтобы прийти к власти и удержать её. Таким образом ошибочное настроение в обществе, а не заблуждение отдельного политика привело к упразднению частной собственности, т. е. реставрации барщины, что столкнуло страну не к прогрессу, а к демографической катастрофе, война послужила лишь катализатором этого процесса, т.к. в крестьянской стране благодаря этому дети превратились из помощников в обузу.

Вспомните постановление Антонова-Овсенко о расстреле в семье старшего работника, при подавлении в 21г. крестьянских волнений на Тамбовщине. Т.е. в начале 20-х годов вся крестьянская семья – это артель по производству сельхозпродукции.

Эволюция в природе – это процесс упорядочения движения от хаотического к организованному, т. е. стремление к устойчивому состоянию, о котором речь пойдёт ниже. Это такой колебательный процесс, при котором источником возбуждения любых изменений может быть как среда, так и МС.

Например, остывание Земли привело к появлению около неё атмосферы, в которой возникли биохимические системы. В результате эволюции биосистем в простейшие организмы по мере связывания углерода из углекислого газа и высвобождения кислорода в атмосфере благодаря водороду, принесённому на Землю солнечным ветром, начинает скапливаться вода, которая является таким же природным минералом, как нефть, газ и уголь, только более древним. Таким образом на планете образуется гидросфера. В гидросфере возникают многоклеточные организмы, в результате эволюции которых начинает формироваться биосфера, внутри которой рождается социальный организм. В социальной среде происходит переход от эволюции вида к эволюции личности, начинается формирование ноосферы.

Что касается происхождения Вселенной, а именно теории первородного взрыва, то это явное заблуждение. Вселенная не может исчезать или появляться, а вот градиент энергетического потенциала в природе может менять своё направление, стремясь к соответствию с условием динамического равновесия между двумя субстанциями в рассматриваемой части пространства. При этом амплитуда и период таких колебаний в конечной части пространства всегда определённы и соразмерны.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ПРИРОДЕ

Выделим в природе наиболее очевидные уровни:

1. микро – это от проточастицы до атома;
2. макро – это от атома до человека;
3. мега – это от человека до видимой части космоса.

Не только на всех этих уровнях, но и между уровнями происходит постоянный обмен энергией. Поэтому не только у так называемых живых организмов происходит обмен веществ с окружающей их средой, и они могут существовать в определённом диапазоне плотности её полной энергии, но и элементарные частицы, такие, как кварки, электроны, протоны и т.д., – это не какие-то статичные образования, а плотность их импульса и энергии колеблется вокруг устойчивого состояния (определение см. ниже) в определённом диапазоне аналогичных параметров окружающей их среды. То есть, мы наблюдаем только устойчивые МС, чьи сальдо энергообмена с окружающей их средой в определённом диапазоне плотности её полной энергии стремятся к нулю. За пределами этого диапазона происходит распад этих систем, будь то электрон или сложная макромолекула, на её составляющие подсистемы.

Обмен энергией и импульсом, а также связи между различными объектами, т. е. взаимодействие между ними, может быть непосредственным и опосредованным.

Вектор импульса проточастицы раскладывается на четыре составляющие, что соответствует поступательному, вращательному, инерционному и скрытому потенциальному движению объекта, который они составляют. Благодаря этому МС обладает кинетической, внутренней, потенциальной и энергией связи.

Плотность всех составляющих энергии системы и её подсистем, неразрывно связаны между собой условием динамического равновесия в природе (см. ниже). Поэтому если скорость распространения изменения импульса МС на макроуровне, т.е. поступа-

тельного движения или звукового сигнала соизмерима с 10^3 м/с, а скорость распространения изменения импульса МС на микроуровне, т. е. скорость вращения или электромагнитного сигнала соизмерима с 10^9 м/с, то скорость распространения изменения плотности энергии на мегауровне, т.е. изменения размера проточастицы соизмерима с 10^{27} м/с.

Как непосредственное, так и опосредованное взаимодействие может быть простым и сложным, т.е. многоступенчатым. Это хорошо видно на примере эволюции всё тех же живых организмов.

Первоначально в биосистемах доминирующая макромолекула непосредственно взаимодействовала с внешней средой. В простейших организмах внутри клетки формируется новый ДЦВ. Адаптация многоклеточного организма к изменениям внешней среды происходит посредством механизмов полового размножения, при этом ослабление иммунной системы, после его полового созревания, делает возможным эту адаптацию, поэтому биологическая смерть является побочным эффектом физиологического развития многоклеточного организма, т. е. эволюции вида.

Нервная система многоклеточного организма формировалась в результате развития его внешней и внутренней структуры. У человека, наоборот, развитие мозга стало определять в т. ч. и его физиологию: прямохождение, кисти рук, артикуляционный аппарат и т.д. Более того, сегодня, когда физиологическое развитие головного мозга достигло своего естественного предела, биологическая смерть становится естественным препятствием для дальнейшего социального развития человека и его общества. Поэтому уже сегодня человек осознанно пытается влиять на свою физиологию: стимулирование иммунитета, регенерация тканей, протезирование и пересадка органов. И недалёк тот день, когда решится проблема управляемого иммунитета, а значит, и механизма регенерации органов и клеток.

Таким образом если считать, что биохимические системы взаимодействовали с внешней средой непосредственно, то человек познаёт окружающий мир опосредованно и не только благодаря нервной системе, но и благодаря языку и письменности.

В природе не существует взаимодействий на одном из каких-то уровней, просто при определённых обстоятельствах один вид взаимодействий может доминировать над другими, но взаимодействие происходит одновременно на всех уровнях. Поэтому на любую МС в пространстве действует несколько сил, а мы наблюдаем лишь их результирующую силу.

Что касается управляемого ядерного синтеза и контактов с внеземными цивилизациями, то ни то ни другое невозможно с помощью электромагнитных взаимодействий, для этого необходимо осваивать новый вид взаимодействия на другом уровне.

Точно так же, как с помощью батарей отопления можно транспортировать тепловую энергию водяного пара, но не плазмы, так и с помощью электромагнитных взаимодействий невозможно создать необходимую для управляемого ядерного синтеза плотность энергии в заданном пространстве. И скорость распространения электромагнитного сигнала неприемлема для космических масштабов, поэтому если мы хотим осваивать даже хотя бы солнечную систему, а тем более обнаружить внеземные цивилизации, мы должны открыть новый, так называемый гравитационный вид взаимодействий, который не можем зафиксировать непосредственно с помощью имеющихся у нас органов чувств, как звук и свет, но можем установить опосредованно.

Универсальная механика

АКСИОМЫ

1. В природе нет никаких ограничений, а именно: в любой части пространства, в любой момент времени может произойти любое событие.
2. В определённой точке пространства в определённый момент времени может произойти только одно событие.
3. Суть этого элементарного события сводится к тому, что какая из абсолютно противоположных субстанций находится в рассматриваемой точке пространства в рассматриваемый момент времени, пустота или материя.

4. Материя, в отличие от пустоты, с одной стороны абсолютно активна, т.е. всегда стремится изменить своё местонахождение в пространстве, а с другой стороны, абсолютно инертна, т.е. не способна менять форму занимаемого ею объёма в пространстве, а значит, и направление и интенсивность своего движения.

Выводы

1. Движение – результат взаимодействия между собой двух абсолютно противоположных субстанций – пустоты и материи – является единственно возможным компромиссом между ними в пространстве.

2. Движение объекта в пространстве – абсолютно, а не относительно других объектов.

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ СИСТЕМА И ЕЁ ПАРАМЕТРЫ.

Любая рассматриваемая материальная система (МС) есть совокупность пустоты и материи в пространстве. Совокупность одной материальной частицы (МЧ) и пустоты, заключённой в принадлежащей данной МЧ пространстве, есть элементарная система (ЭС).

Для ЭС плотность полной энергии φ_i , есть отношение величины полной энергии МЧ рассматриваемой ЭС – E_i , к размеру объёма, принадлежащего ей в пространстве:

$$\varphi_i = \frac{E_i}{V_i}$$

где: V_i – объём, который принадлежит рассматриваемой ЭС в пространстве. Он заключён между ближайшими плоскостями, которые перпендикулярны серединам прямых, соединяющих МЧ рассматриваемой ЭС с МЧ окружающих её ЭС.

E_i – работа, которую необходимо совершить для перемещения этой МЧ в пространстве:

$$E_i = \frac{m_i}{2} \left(\frac{r_i}{\Delta t_0} \right)^2$$

где m_i – мера инертности МЧ рассматриваемой ЭС.

r_i – линейный размер МЧ этой ЭС

Δt_0 – элементарный период, то есть допустимое время между наблюдаемым и последующим событием в природе.

Если пренебречь размерами МЧ рассматриваемой ЭС и обозначить её материальной точкой в пространстве, то под плотностью

количества движений рассматриваемой ЭС – H_i необходимо понимать отношение вектора импульса МЧ этой ЭС – \vec{P}_i к вектору её свободного пробега – \vec{L}_i :

$$H_i = \frac{\vec{P}_i}{\vec{L}_i}; \quad \text{при} \quad \vec{P}_i = m_i \frac{\Delta \vec{L}_i}{\Delta t_0};$$

$$\vec{L}_i = (\overrightarrow{X_{0i} - X_i}) + (\overrightarrow{Y_{0i} - Y_i}) + (\overrightarrow{Z_{0i} - Z_i})$$

где: Z_i, Y_i, X_i – координаты МЧ рассматриваемой ЭС;

Z_{0i}, Y_{0i}, X_{0i} – координаты возможного столкновения МЧ рассматриваемой ЭС с МЧ других ЭС в пространстве.

Вектор импульса любой МС в природе определяется двумя точками в пространстве: точкой приложения импульса – это местонахождение рассматриваемой МС в пространстве и точкой его цели – это куда она стремится. Так как движение любой МС в пространстве есть взаимодействие собственного импульса возбуждения с внешним, то для того, чтобы определить результат этого взаимодействия, необходимо выделить понятие реальной и идеальной целей движения рассматриваемой МС.

Под идеальной целью движения МС необходимо понимать точку в пространстве, куда влечёт её собственный импульс возбуждения. Реальная же цель движения МС – это ближайшая точка в пространстве, где сталкиваются интересы рассматриваемой МС с другими МС.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МС

ЭС – это абстрактная система. В природе в свободном виде её встретить невозможно, т. к. вся энергия ЭС складывается из кинетической энергии поступательного движения её МЧ – абсолютно твёрдого тела, которое не способно менять форму занимаемого ею объёма в пространстве, а значит, и интенсивность (скорость, ускорение, резкость) и направление своего движения.

Пусть цель взаимодействующих ЭС абсолютно совпадает, тогда часть кинетической энергии МЧ, из которых они состоят, в силу их абсолютной инертности перейдёт в энергию связи ЭС во вновь образовавшейся МС. В этом случае первоначальный импульс МЧ взаимодействующих ЭС разложится на две составляющие, а их параметры изменятся следующим образом:

$$\sum_{i=1}^N E_i = \sum_{j=1}^S E_j + \sum_{i=1}^{N-\sum_{j=1}^S n_j} E_i \quad \text{при} \quad E_j = \sum_{i=1}^{n_j} (E_{c_{6i}} + E_{k_i})$$

где: N – общее количество ЭС в рассматриваемой части пространства.

S – количество возникших новых МС;

E_j – полная энергия вновь образовавшейся МС;

n_j – количество ЭС, связанных во вновь образовавшейся МС,

т.к.
$$E_i = E_{c_{6i}} + E_{k_i}$$

$$\sum_{i=1}^N \frac{E_i}{V_{0i}} = \frac{\sum_{j=1}^S \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_j} E_{c_{6i}}}{V_j} + \frac{\sum_{i=1}^{n_j} E_{k_i}}{V_j} \right)}{S} + \frac{\sum_{i=1}^{N-\sum_{j=1}^S n_j} E_i}{N - \sum_{j=1}^S n_j};$$

V_{0i} – объём, который принадлежал ЭС в рассматриваемой части пространства до взаимодействия;

V_i – объём, который стал принадлежать оставшейся свободной ЭС в рассматриваемой части пространства после реакции образования новых МС;

V_j – объём, который принадлежит рассматриваемой МС, образовавшейся в результате реакции взаимодействия ЭС между собой. Он заключён между ближайшими плоскостями, перпендикулярными серединам прямых, соединяющих доминирующий центр возбуждения кинематически согласованных движений (ДЦВ) вновь образовавшейся МС, с ДЦВ аналогичных однородных МС.

v_j – объём, который она занимает в пространстве, он ограничен МЧ тех ЭС, которые связаны общей целью вокруг ДЦВ вновь образовавшейся МС.

$$\sum_{i=1}^N \frac{\vec{P}_i}{\vec{L}_{0i}} = \sum_{j=1}^s \frac{\vec{P}_j}{\vec{L}_j} + \sum_{i=1}^{N-\sum_{j=1}^s n_j} \frac{\vec{P}_i}{\vec{L}_i} \quad \text{при} \quad \vec{P}_j = \sum_{i=1}^{n_j} \vec{P}_i^{\parallel}$$

где: \vec{P}_i – вектор импульса ЭС не в связанном состоянии, \vec{L}_{0i} – вектор длины её свободного пробега до реакции взаимодействия, \vec{L}_i – после.

\vec{P}_i^{\parallel} – вектор импульса ЭС в связанном состоянии.

\vec{P}_j – вектор импульса вновь образовавшейся МС, \vec{L}_j – вектор длины её свободного пробега.

При взаимодействии реальных МС в природе, интересы которых сталкиваются произвольно, их вектор первоначального импульса может раскладываться на четыре составляющие, поэтому полная энергия реальных МС в природе складывается не только из кинетической и энергии связи, но и внутренней и потенциальной энергий.

Кроме этого, необходимо учитывать, что если ЭС взаимодействуют между собой непосредственно, в результате контакта их МЧ между собой, то реальные МС могут взаимодействовать между собой и на расстоянии, посредством окружающей их среды.

УСЛОВИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В ПРИРОДЕ.

Любая рассматриваемая МС в природе – это сложная иерархия совокупностей неоднородных сред и систем. Она может находиться в трёх состояниях:

1. Неустойчивое состояние – это когда все параметры рассматриваемой МС изменяются во времени.
2. Устойчивое состояние – это когда только плотность полной энергии рассматриваемой МС остаётся постоянной, т.е.:

$$\varphi_i = \text{const}$$

$$H_i \neq \text{const}$$

3. Состояние покоя – это когда все параметры рассматриваемой МС остаются неизменными.

Для того чтобы понять, когда и при каких условиях рассматриваемая МС может находиться в этих состояниях, исследуем на экстремум функции энергетического потенциала и плотности импульса для произвольно выделенной части пространства:

$$\lim_{\text{при } N \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^N \frac{E_i}{V_i}}{N} = \text{const} \quad \lim_{\text{при } N \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^N \frac{\vec{P}_i}{\vec{L}_i} = 0$$

Таким образом только Вселенная в целом может находиться в состоянии покоя, в то время как ЭС в свободном состоянии всегда неустойчива. В конечной же части пространства может наблюдаться устойчивое состояние, если:

$$\varphi_i + \varphi_i^{\parallel} = \text{CONST}$$

$$H_i + H_i^{\parallel} = 0$$

где CONST – это абсолютная величина плотности энергии, постоянная во времени и в пространстве, при которой выполняется условие динамического равновесия между двумя противоположными субстанциями в природе: пустотой и материей.

φ_i – энергетический потенциал рассматриваемой МС.

φ_i^{\parallel} – окружающей её среды.

H_i – плотность импульса рассматриваемой МС.

H_i^{\parallel} – окружающей её среды.

ДВИЖЕНИЕ И АСИММЕТРИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ

Учитывая, что в любой части пространства, где не наблюдается условие динамического равновесия, в природе возникает сила, которая стремится восстановить динамическое равновесие между пустотой и материей в рассматриваемой части пространства, то спрашивается, почему тогда мы наблюдаем незатухающие колебания в природе вокруг точки динамического равновесия?

Для этого построим эпюру сил (см. рис.3) взаимодействия ЭС между собой. При этом пусть МЧ рассматриваемых ЭС имеют идеальную сферическую форму, но и в этом случае ЭС не смогут друг друга уравновесить, т.к. источник силы будет поверхность сферы, а фигура, складывающаяся из точек соприкосновения силовых линий взаимодействующих ЭС, будет поверхность куба, а между геометрией прямого отрезка и кривой линией в пространстве существует неопределённость.

Таким образом физический смысл квадратуры круга заключается в том, что если бы не было этой геометрической неопределённости, т.е. асимметрии в пространстве между кривой линией и прямым отрезком, то физический мир остановился и замер бы в точке динамического равновесия между двумя субстанциями в природе: пустотой и материей.

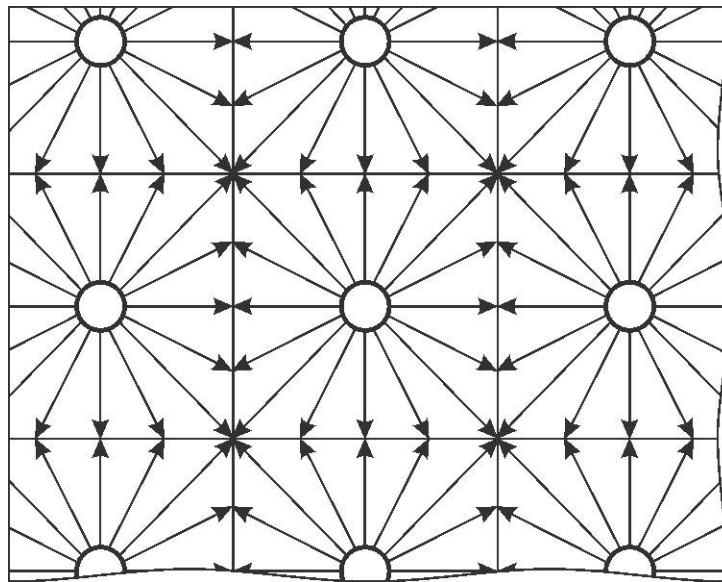


Рис. 3. Эпюра сил взаимодействия, симметрично распределённых в пространстве ЭС

Литература

1. Н.И. Лобачевский, «О началах геометрии»; ПСС т.1, М-Л 1946г., 611с.

References

1. N.I. Lobachevskij, «O nachalah geometrii»; PSS t.1, M-L 1946g., 611s.

Ибраева А.Д.¹, Кукетаев Т.А.²

¹Магистрант, ²д.ф.-м.н., профессор, Карагандинский государственный университет имени академика Е.А. Букетова, г. Караганды, Казахстан

СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ ОКСОГАЛОГЕНИДОВ ВИСМУТА

Аннотация

В работе представлено исследование спектрально-люминесцентных свойств кристаллов оксогалогенидов висмута. Полученные результаты позволяют связать длинноволновую полосу свечения с собственным свечением кристаллической основы, а коротковолновую – с неконтролируемой примесью.

Ключевые слова: висмут, оксохлорид, оксобромид, спектр, ртутеподобный ион.

Ibrayeva A.D.¹, Kuketaev T.A.²

¹Master student, ²D.Sc., professor, Karaganda State University named after academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan

SPECTRAL AND LUMINESCENT PROPERTIES OF CRYSTALS OF BISMUTH OXOHALIDES

Abstract

In this paper there is presented research of spectral and luminescent properties of crystals of bismuth oxohalides. The obtained results allow us to connect the long –wavelength emission bands with its own luminescence of crystal base, and short-wavelength one – with uncontrolled impurity.

Keywords: bismuth, oxychloride, oxybromide, spectrum, mercury-like ions.

Актуальность. Вопросы экологической безопасности населения являются приоритетным направлением деятельности правительств многих стран, в том числе и Казахстана [1]. Развитие атомной энергетики, химического и других производств требует создания системы индивидуального дозиметрического контроля. В настоящее время в Казахстане нет центра по выпуску индивидуальных дозиметров и, следовательно, технического и метрологического обеспечения для массовой работы с населением.

Создание индивидуального дозиметра предполагает понимание физических процессов, протекающих при взаимодействии ионизирующей радиации с твердыми телами, особенно имеющих сложное кристаллическое строение или, в случае твердых растворов, представляющих гетерогенные структуры. Всесторонне не изучены оптические свойства таких тел. В настоящее время работы в этом направлении еще далеки от своего завершения.

Целью данной работы является исследование оптических свойств кристаллов оксохлоридов и оксобромидов висмута.

Материалы и методы исследования. Рост из газообразной фазы применяется в основном для выращивания тонких эпитаксиальных пленок, используемых в технологии полупроводниковых приборов, и для получения небольших монокристаллов тугоплавких материалов, а также полупроводниковых соединений, которые плавятся с разложением [2]. Выращивание монокристаллов оксогалогенидов сурьмы проводилось сублимацией-конденсацией в замкнутых вакуумированных кварцевых ампулах, помещенных либо в горизонтальную трубчатую печь сопротивления, либо в печь с вертикальным градиентом температур. В качестве датчика температуры использовались платина–платинородиевые термпары. Температура зоны испарения составляла от 500 до 550⁰С для оксохлоридов и от 520⁰ до 580⁰С – для оксобромидов сурьмы. Разница температур между зонами сублимации и роста составляли (20-25)⁰С. Время роста достигало 5-6 суток.

Для спектрально-люминесцентных исследований использовалась измерительная система на базе многоканального анализатора АИ-4096-90. Для регистрации оптического излучения малой интенсивности использовались фотоэлектронные умножители (ФЭУ) в режиме счета фотонов.

Результаты и обсуждение. При измерении спектров пропускания монокристаллов оксогалогенидов висмута в направлении перпендикулярном слоям возникает большое число пиков, связанных с возникновением интерференционной картины при отражении света от слоев. В связи с этим спектры поглощения измерялись как на очень тонких слоях, так и по спектрам отражения порошкообразных образцов относительно окиси магния и их пересчетом по методу Кубелки-Мунка. На рисунке 1 получены таким методом спектры поглощения BiOCl и BiOBr .

В области 3.0-6.0 эВ в обоих случаях наблюдается три полосы поглощения, форма которых (особенно в случае BiOCl) явно неэлементарна. Интенсивная полоса поглощения при 4.0 эВ в BiOCl имеет дублетную структуру, в случае BiOBr расщепление менее выражено. При возбуждении в области фундаментального поглощения возникает фотолуминесценция, спектры которой для BiOCl и BiOBr приведены на рисунке 2. Спектр луминесценции BiOCl неэлементарен и состоит, из двух полос излучения. Коротковолновая полоса с максимумом 3,1 эВ при

повышении температуры до 300-400 К не исчезает, в то время, как полоса 2,4 эВ затухает уже при температурах 200-220К. Спектр возбуждения полосы 2,4 эВ имеет явно выраженный максимум при 3,75 эВ. Коротковолновая полоса возбуждается в области 5 эВ.

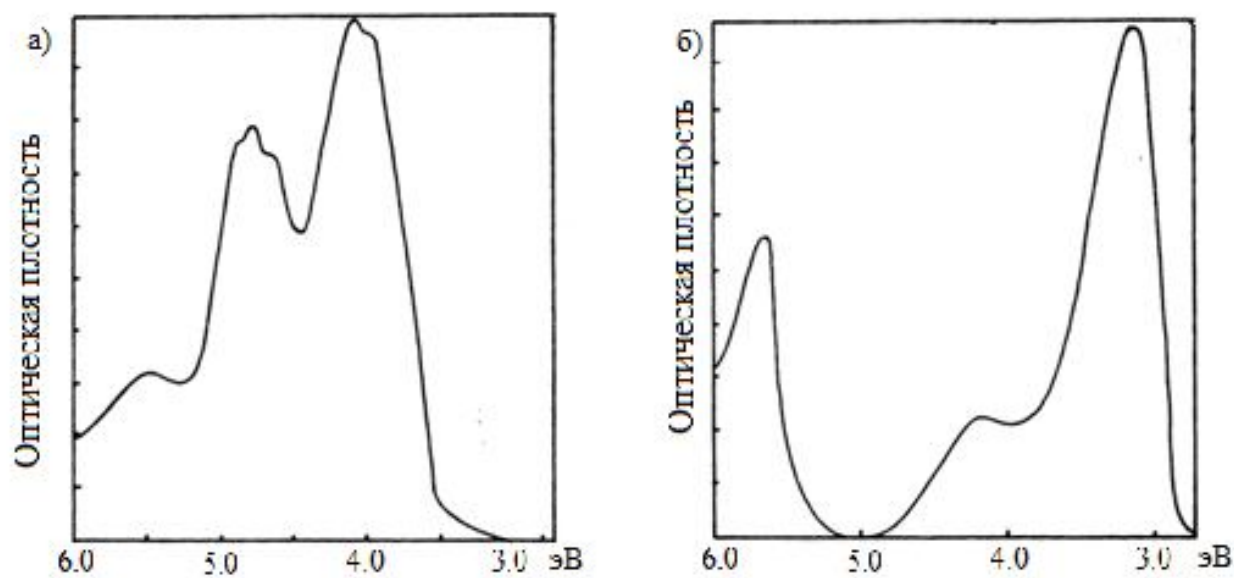


Рис.1 - Спектры поглощения BiOCl (а) и BiOBr (б) при $T = 300 \text{ K}$.

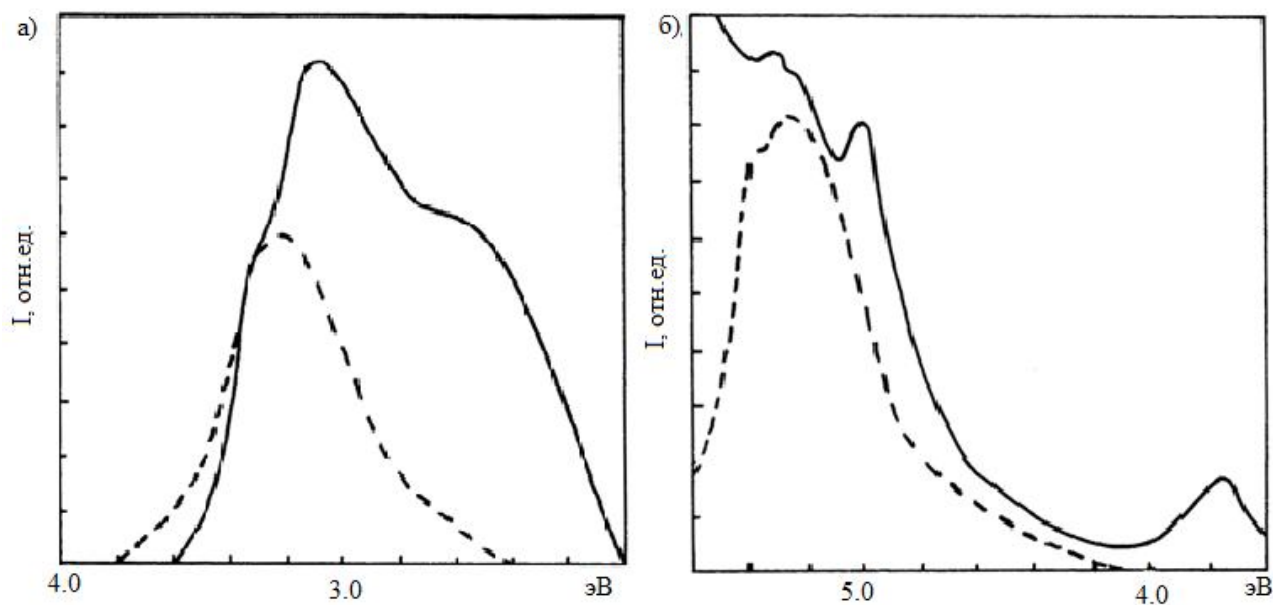


Рис. 2 - Спектр излучения BiOCl при $T = 200 \text{ K}$ (—) и $T = 300 \text{ K}$ (---) (а) и спектр возбуждения BiOCl при $T = 200 \text{ K}$ (—) и $T = 300 \text{ K}$ (---) (б)

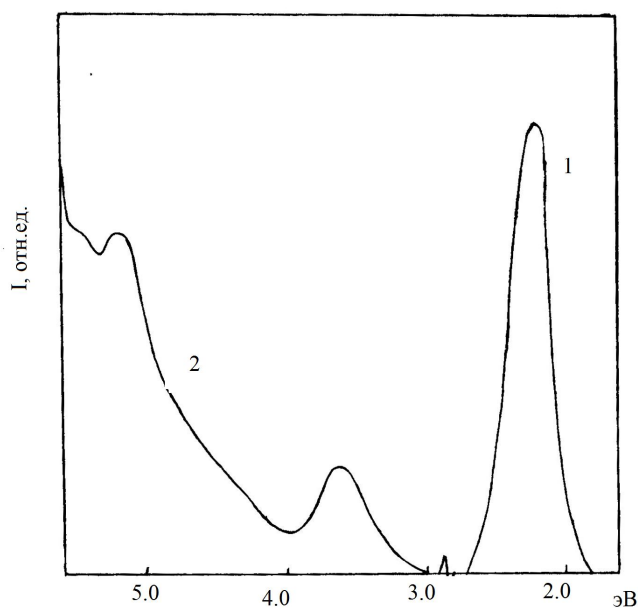


Рис. 3 - Спектр излучения (1) и возбуждения (2) BiOBr при $T = 80 \text{ K}$

Спектр люминесценции и спектр возбуждения свечения BiOBr при $T = 80 \text{ K}$ приведен на рисунке 3. В этом случае наблюдается одна элементарная полоса люминесценции с максимумом при 2,2 эВ, которая эффективно возбуждается при 3,60 эВ.

Наличие в спектрах возбуждения и люминесценции коротковолновой полосы сильно зависит от степени чистоты оксида висмута, используемого при синтезе оксогоалогенидов [3]. В специально очищенных образцах при низкой температуре наблюдается только длинноволновая полоса с максимумом 2,4 эВ. Это позволяет связать коротковолновую полосу свечения с неконтролируемой примесью, а длинноволновую – с собственным свечением кристаллической основы. Аналогичная ситуация

возникает и в спектрах люминесценции сложных структур $\text{Bi}_{12}\text{O}_{17}\text{Cl}_2$ и $\text{Bi}_{12}\text{O}_{17}\text{Br}_2$.

Ионы Bi^{3+} имеют электронную конфигурацию атома ртути с S^2 -конфигурацией основного состояния и относятся, таким образом, к ртутеподобным ионам [4]. Основой для интерпретации оптических полос поглощения служит идея Зейтца о соответствии полос поглощения электронным переходам в свободном ионе.

Оксогоалогениды висмута имеют тетрагональную симметрию. Спектр поглощения должен состоять из трех групп полос, соответствующих электронным переходам $^1S_0 \rightarrow ^3P_1$, $^1S_0 \rightarrow ^3P_2$ и $^1S_0 \rightarrow ^1P_1$. Именно такая ситуация и

наблюдается в наших экспериментах. Расщепление уровней 3P_1 -состояния в кристаллическом поле дает экспериментально наблюдаемый дублет в спектре длинноволнового поглощения.

Литература

1. Рекомбинационная люминесценция сульфата калия, активированного нитратом европия. Т.А.Кокетай, А.Д.Ибраева// Сборник материалов XII международной научной конференции «Физика твердого тела», II-съезд физико-технического общества Республики Казахстан
2. И. А. Случинская, Основы материаловедения и технологии полупроводников, Москва, 2002
3. М.Н.Новокрещенова, Ю.М.Юхин, Б.Б.Бохонов Синтез оксохлорида висмута (III) высокой чистоты // Химия в интересах устойчивого развития №13, 2005, С.563–569
4. В.М. Юров, Т.А. Кукетаев Спектроскопия ртутеподобных ионов в галогенидах аммония // Вестник КарГУ:Сер.Физика. - 2005. - №4(40). - С.21-29

References

1. Rekombinatsionnaya luminescenciya sul'fata kalija, aktivirovannogo nitratom evropija. T.A.Koketaj, A.D.Ibraeva// Sbornik materialov XII mezhdunarodnoj nauchnoj konferencija «Fizika tverdogo tela», II-s'ezd fiziko-tehnicheskogo obshhestva Respubliki Kazahstan
1. A. Sluchinskaja, Osnovy materialovedenija i tehnologii poluprovodnikov, Moskva, 2002
2. M.N.Novokreshhenova, Ju.M.Juhin, B.B.Bohonov Sintez oksohlorida vismuta (III) vysokoj chistoty // Himija v interesah ustojchivogo razvitija №13, 2005, S.563–569
3. V.M. Jurov, T.A. Kuketaev Spektroskopija rtutepodobnyh ionov v galogenidakh ammonija // Vestnik KarGU:Ser.Fizika. - 2005. - №4(40). - S.21-29

Каманина Н. В.^{1,2}

¹Доктор физико-математических наук, отдел «Фотофизика сред с нанообъектами» ОАО «ГОИ им.С.И.Вавилова», Кадетская линия В.О., д.5, корп.2, 199053, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский электротехнический университет («ЛЭТИ»), Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5, 197376, Россия

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-03-00044

К ВОПРОСУ О ТЕНДЕНЦИИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИО-ОБЪЕКТОВ НАРЯДУ И ВЗАМЕН НАНО-ОБЪЕКТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация

В статье кратко рассмотрено – влияние био-структурирования (на примере ДНК) и нано-структурирования (на примере фуллеренов, шунгитов, графенов, квантовых точек, углеродных нанотрубок) на фоторефрактивные свойства органических сопряженных материалов. Проанализирована четкая тенденция альтернативного применения био-объектов взамен нано-объектов при модификации спектральных и нелинейно-оптических особенностей материалов.

Ключевые слова: взаимодействие излучения с веществом, органические материалы, ДНК, фуллерены, квантовые точки, углеродные нанотрубки, спектр, светоиндуцированное изменение показателя преломления.

Kamanina N. V.^{1,2}

¹Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Head of the lab for Photophysics of media with nanoobjects at Vavilov State Optical Institute, Kadetskaya Liniya V.O., dom.5, korpus 2, St.- Petersburg, 199053, Russia

²Saint-Petersburg Electrotechnical University («LETI»), St. Petersburg, Professora Popova Str., 5, St.- Petersburg, 197376, Russia

QUESTION OF THE TENDENCY OF AN ALTERNATIVE BIO-OBJECTS USING TOGETHER AND INSTEAD OF THE NANO-OBJECTS ONES UNDER CONDITIONS TO STUDY THE OPTICAL PROPERTIES OF THE MATERIALS

Abstract

The article briefly considers effect of the introduction of bio-objects (for example, DNA) and of the nano-objects (for example, fullerenes, shungites, graphenes, quantum dots, carbon nanotubes) in the organic conjugated materials and the influence of this process on the photorefractive features. The clear tendency of the alternative applications of the bio-objects instead of the nano-objects ones has been analyzed via considering of the modification of the spectral and non-linear organic materials characteristics.

Keywords: laser-mater interaction, organic materials, DNA, fullerenes, quantum dots, carbon nanotubes, spectra, laser-induced change of the refractive index.

Эффективное применение знаний, накопленных в области структурирования органических материалов, для целей оптоэлектроники и биомедицины требует постоянного расширения базы данных, как самих органических модельных матриц, так и сенсibilizаторов (допантов, активаторов, др.), существенно изменяющих их спектральные и фоторефрактивные свойства. В последние 15-20 лет достаточно большое количество научно-технических групп работает в области нано-структурирования перспективных оптических органических материалов, включая жидкие кристаллы (ЖК), при использовании фуллеренов, квантовых точек, шунгитов, графенов, углеродных нанотрубок, др. наночастиц [1-7]; появились и публикации, где в качестве сенсibilizаторов используются био-частицы, например, ДНК [9,10]. Стоит обратить внимание, что один из механизмов, связанных с проявлением новых структурных, спектральных и нелинейно-оптических свойств в таких модифицированных органических композитах связан с образованием комплексов с переносом заряда (КПЗ). Вводимые частицы, структурируя матричный материал, усиливают процесс самоорганизации системы, увеличивают параметр порядка при создании своеобразной квази-сетки – network, что существенно проявляется в изменении физико-химических свойств. Наши собственные эксперименты в

данной области показывают, что обнаруживаются сдвиги в спектрах поглощения, улучшаются модуляционные характеристики, изменяется параметр порядка, устанавливается эффект ослабления излучения, увеличивается дипольная поляризуемость, растёт сечение поглощения, изменяется подвижность носителей заряда, др. [11-23].

Понятно, что появляется необходимость сравнительного анализа влияния *нано-* и *био-*объектов на динамические, фотопроводниковые и фоторефрактивные характеристики материалов, поскольку, с одной стороны, запас синтезируемых *наночастиц* может быть исчерпан, с другой стороны, *наночастицы*, как правило, зачатую проявляют некоторую токсичность, что негативно сказывается на их применении в биофизике и биомедицине.

В данной работе кратко, на примере изменения фоторефрактивных и спектральных параметров сенсibilизированных органических материалов, рассматривается возможность альтернативного применения *био-*структурированных органических матриц наряду или взамен *нано-*структурированных. При этом, модификация фоторефрактивных параметров выбрана не случайно: именно изменение фоторефрактивных свойств определяет наличие корреляции с изменением динамических (через дипольную поляризуемость и рост сечения поглощения) и фотопроводниковых (через изменение подвижности носителей заряда) характеристик.

Экспериментальные условия

В качестве матричных органических модельных структур использовались полиимидные, пиридиновые композиции (2-циклооктиламин-5-нитропиридин -COANP) и ЖК из класса цианобифенилов. Для сенсibilизации органических материалов были применены фуллерены C_{60} и C_{70} , а также углеродные нанотрубки, купленные по каталогам Sigma и Alfa Aesar; использовались нанотрубки и отечественных разработчиков. Так одностенные углеродные нанотрубки (ОСУНТ) были синтезированы в группе А.В.Крестинина (Лаборатория Дисперсных углеродных материалов, Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка), многостенные углеродные нанотрубки (МСУНТ) типа XNM-HP-11050 были получены из компании XinNano Materials, Inc. (Taiwan), а шунгиты – из Института геологии Карельского НЦ РАН (группа Н.Н.Рожковой). Биочастицы – ДНК красных рыб – были предоставлены, в рамках работы по гранту “BIOMOLEC” (FP7 Program, Marie Curie Action, 2011-2015), зарубежными коллегами. Процесс сенсibilизации полиимида нанообъектами был ранее показан, например, в работах [12-14], выявление комплекса на основе 2-циклооктиламина-5-нитропиридина (COANP)- C_{70} , - в работах [11,12,15], а введение нанообъект-содержащих комплексов в ЖК и механизм изменения поляризационных и динамических свойств мезофазы – в публикации [16].

При изучении спектральных характеристик чистых матричных и структурированных материалов использовались спектрометры видимого и ИК-диапазонов, а именно: СФ-26 и Фурье-спектрометр Инфралюм ФТ-08. Схема, использованная для измерения фоторефрактивных откликов, основывалась на аналогичной разработке, показанной ранее в публикациях [24,25]. Использовалась вторая гармоника импульсного (10-30 нс) наносекундного неодимового лазера (длина волны 532 нм); эксперименты проводились в режиме дифракции Рамана-Ната на пространственных частотах $90-150\text{ мм}^{-1}$. Плотность излучения варьировалась в диапазоне $0.03 \times 10^{-3} - 0.6\text{ Дж} \times \text{см}^{-2}$.

Результаты и обсуждение

Для адекватного понимания предлагаемого к рассмотрению процесса доминирования *меж-*молекулярного комплексобразования над *внутри-*молекулярным в системах с изначально существующим донорно-акцепторным взаимодействием и при условии их сенсibilизации *нано-* и/или *био-*частицами, рассмотрим качественную модель, представленную ниже (рис.1).

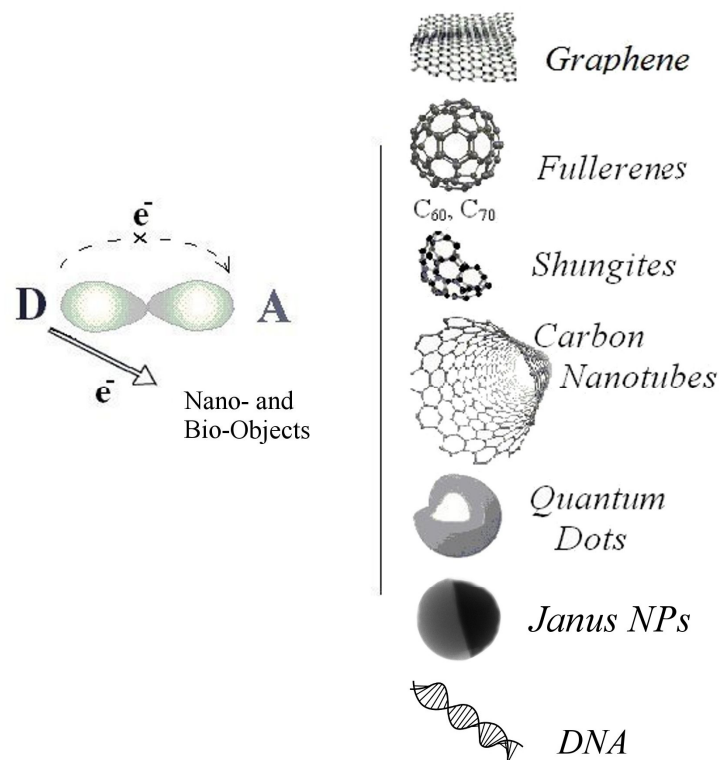


Рис. 1 – качественная модель пути переноса заряда при *меж-*молекулярном комплексобразовании в органических композитах с введёнными *нано-* или *био-*частицами с высоким значением сродства к электрону, превышающем таковую величину для *внутри-*молекулярного акцептора.

Для примера, сродство внутримолекулярного акцептора модельных полиимидной и пиридиновой матриц находится в диапазоне 1.1-1.4 и 0.45-0.5 эВ, соответственно. При введении в них наночастиц происходит доминирование *меж-*молекулярных акцепторов со сродством к электрону 2 (шунгит); 2.65-2.7 (фуллерен); 3.8-4 эВ (квантовые точки), над *внутри-*молекулярным акцептором. Действительно, кроме повышенного сродства к электрону, вводимые частицы, к примеру, фуллерен, способны захватывать не один, а несколько электронов. Так в публикации [26] было показано, что C_{60} делокализует вблизи своей оболочки до 6 электронов. Кроме того, при таком процессе должна изменяться длина безбарьерного пути переноса заряда от *внутри-*молекулярного донора к *меж-*молекулярному акцептору за счёт больших геометрических размеров вводимых сенсibilизирующих частиц, в сравнении с размером внутримолекулярного акцептора. Таким образом, создаётся больший дипольный момент в композитной системе (пропорционально величине заряда на расстояние переноса данного заряда), превышающий *внутри-*

молекулярный дипольный момент. Подтверждением изложенного утверждения является анализ данных по измерению дифракционной эффективности модифицированных материалов и последующем расчёте лазерно-индуцированного изменения показателя преломления, что представлено далее (табл.1).

Таблица 1 – наведённое значение показателя преломления

Изучаемая структура	Концентрация добавки, вес. %	Плотность энергии, Дж×см ⁻²	Пространственная частота, мм ⁻¹	Изменение показателя преломления, Δn_i
Чистый полиимид	0	0.6	90	10^{-4} - 10^{-5}
ПИ+квант. точки CdSe(ZnS)	0.003	0.2-0.3	90-100	2.0×10^{-3}
ПИ+окислы графена	0.1	0.2	100	3.4×10^{-3}
ПИ+шунгит	0.2	0.063-0.1	150	3.8 - 5.3×10^{-3}
ПИ+C ₆₀	0.2	0.5-0.6	90	4.2×10^{-3}
ПИ+C ₇₀	0.2	0.6	90	4.68×10^{-3}
ПИ+CNTs	0.1	0.5-0.8	90	5.7×10^{-3}
ПИ+ CNTs	0.05	0.3	150	4.5×10^{-3}
ПИ+ CNTs	0.07	0.3	150	5.0×10^{-3}
ПИ+ CNTs	0.1	0.3	150	5.5×10^{-3}
ПИ+двустенные УНТ	0.1	0.063-0.1	100	9.4×10^{-3}
ПИ+двустенные УНТ	0.1	0.063-0.1	150	7.0×10^{-3}
ПДЖК на основе комплекса COANP-C ₇₀	1	0.017-0.02	100	1.4×10^{-3}
ПДЖК на основе комплекса ПИ-C ₇₀	0.2	0.1-0.3	90-100	1.2×10^{-3}
ПДЖК на основе ДНК	*	0.1	120	1.39×10^{-3}
ПДЖК на основе комплекса квантовые точки CdSe(ZnS)-ДНК	**	0.1	120	1.35×10^{-3}
ЖК	***	0.2 Вт×см ⁻²		0.16×10^{-3}

* Соотношение ЖК к водному раствору ДНК (с концентрацией $\sim 4.72 \text{ г} \times \text{л}^{-1}$) составляло 5:1.

** Содержание квантовых точек в ЖК1289 (и, аналогично в LC 5CB) было на уровне 0.003 вес. %

*** Данные работы [27], длина волны 514,5 нм.

Для оценки фоторефрактивных параметров использовался математический аппарат [28] с известным соотношением между дифракционной эффективностью и наведённым значением показателя преломления при реализации записи амплитудно-фазовых решёток в условиях Рамана-Ната, когда выполняется условие: $\Lambda^{-1} \geq d$, где Λ - пространственная частота записи, d – толщина среды:

$$\eta = \frac{I_1}{I_0} = \left(\frac{\pi \Delta n_i d}{2\lambda} \right)^2 \quad (1)$$

здесь Δn_i – лазерно-индуцированное изменение показателя преломления, I_1 – интенсивность излучения, прошедшего в первый порядок дифракции, I_0 – падающее излучение.

Заметим, что оценённые значения нелинейной рефракции n_2 и кубичной нелинейной восприимчивости $\chi^{(3)}$, на основе

выражений: $n_2 = \frac{\Delta n_i}{I}$, $\chi^{(3)} = \frac{n_2 n_0 c}{16\pi^2}$ дают основание сказать, что данные параметры находятся для *нано-* и *био-*сенсibilизированных изучаемых структур в диапазоне:

$n_2 = 10^{-10}$ – $10^{-9} \text{ см}^2 \times \text{Вт}^{-1}$ и $\chi^{(3)} = 10^{-10}$ – $10^{-9} \text{ см}^3 \times \text{эрг}^{-1}$. С одной стороны, для сравнения, такие классические нелинейно-оптические среды, как кварц, CS₂, CCl₄, др. проявляют n_2 и $\chi^{(3)}$ на уровне $\sim 10^{-16} \text{ см}^2 \times \text{Вт}^{-1}$ и $\sim 10^{-14} \text{ см}^3 \times \text{эрг}^{-1}$, соответственно, что показывает перспективу использования органических *нано-* и *био-*структурированных тонкоплёночных материалов и элементов на их основе для целей наноэлектроники и биомедицины. С другой стороны, близкие величины фоторефрактивных параметров при *нано-* и *био-*структурировании аналогичных модельных систем дают основание утверждать, что процесс *нано-*структурирования вполне логично может быть заменён на *био-*структурирование и даже его преобладание в силу возобновляемости нетоксичных *био-*частиц из мирового океана.

Обращают на себя внимание и такие аргументы в пользу доминирования *меж-*молекулярного КПЗ над *внутри-*молекулярным процессом. Практически, во всех изученных материалах наблюдался батохромный сдвиг в спектрах поглощения, а также образование квази-сетки – network – в сенсibilизированных системах. Первичные данные по такому спектральному сдвигу и по наведённой самоорганизации модельных материалов при их структурировании *нано-* и *био-*частицами, были представлены, например, в работах [11,12,23,29].

Заключение

Итак, в ходе проведённого обсуждения и анализа данных можно постулировать: 1). На основе выполненных ранее исследований проведен сравнительный анализ, позволяющее показать роль *нано-* и *био-*объектов в изменении фоторефрактивных параметров органических материалов на примере полиимидов, пиридинов и ЖК из класса цианобифенилов. Спектральные изменения и наблюдаемое создание самоорганизующейся сетки в материалах с введёнными частицами являются дополнительными фактами, поддерживающими идею доминирования *меж-*молекулярного комплексообразования над *внутри-*молекулярным. 2). В композитной структурированной системе подчеркнута важная роль изменения безбарьерного пути переноса заряда и увеличенного сродства к электрону в процессе создания повышенного дипольного момента, что связано с увеличением локальной поляризуемости единицы объёма среды (кубичной нелинейности) и увеличением сечения поглощения (пропорционально квадрату дипольного момента), а также обуславливает изменение фотопроводниковых и динамических свойств органических структурированных материалов за счёт изменения подвижности носителей заряда (пропорционально увеличению безбарьерного пути переноса заряда). 3). Проанализировано и подтверждено, на основе экспериментальных и расчётных данных, что

наблюдается следующая тенденция: **нано-структурирование вполне адекватно может быть сравнимо и, при необходимости соблюдения нетоксичности и возобновляемости, заменено на био-структурирование**, скажем, при использовании в качестве *био-объектов* – ДНК.

Естественно, данные исследования требуют дальнейшего продолжения, а накапливаемые данные – скрупулёзного и внимательного объяснения, что возможно будет сделать как с применением аналитических расчётов, на основе квантово-химического моделирования, а также при привлечении методов ЯМР, ДСК, масс- и Рамановской спектроскопии, атомно-силового анализа, др.

Автор благодарит своих зарубежных коллег Prof. D.P. Uskokovic (Institute of Technical Sciences of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia), Prof. Francois Kajzar (Université d'Angers, Institut des Sciences et Technologies Moléculaires d'Angers), Dr. Chantal Andraud (Ecole Normale Supérieure de Lyon, France), а также своих коллег по институту П.Я.Васильева, В.И.Студёнова, С.В.Серова (ОАО «ГОИ им.С.И.Вавилова»), за полезные дискуссии на конференционных, межинститутских и лабораторных семинарах и помощь на разных этапах выполнения работы. Настоящая работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ №.13-03-00044 (2013-2015) и проекта “BIOMOLEC” (2011-2014) по программе FP7, Marie Curie Action.

Литература

1. Hosoda K., Tada R., Ishikawa M., Yoshino K. Effect of C₆₀ doping on electrical and optical properties of poly[(disilanylene)oligophenylenes] //Jpn. J. Appl. Phys. - 1997. - Part 2. - Vol.36. -No.3B. – p.L372-L375.
2. Poole Ch. P., Owens F. J. Introduction to Nanotechnology”. - New York. 2003. - Wiley Interscience. - 400 p.
3. Brabec C. J., Padinger F., Sariciftci N. S., Hummelen J. C. Photovoltaic properties of conjugated polymer/methanofullerene composites embedded in a polystyrene matrix //J.Applied Physics. - 1999. - Vol.85. - No.9. - p.6866-6872.
4. Grishina A. D., Licea-Jimenez L., Pereshivko L. Ya., Krivenko T. V., Savel'ev V. V., Rychwalski R. W., Vannikov A. V. Infrared Photorefractive Composites Based on Polyvinylcarbazole and Carbon Nanotubes //High Energy Chemistry. - 2006. - Vol.40. - No.5. - p.341–347.
5. Wei Lee, Hsu-Chih Chen. Diffraction efficiency of a holographic grating in a liquid-crystal cell composed of asymmetrically patterned electrodes //Nanotechnology. - 2003. - No.14. – p.987–990.
6. Khoo I. C., Williams Y. Zh., Lewis B., Mallouk T. Photorefractive CdSe and Gold Nanowire-Doped Liquid Crystals and Polymer-Dispersed-Liquid-Crystal Photonic Crystals //Mol. Cryst. Liq. Cryst. - 2006. - Vol.446. – p.233–244.
7. Gan Ch., Zhang Y., Liu S. W., Wang Y., Xiao M. Linear and nonlinear optical refractions of CR39 composite with CdSe nanocrystals //Optical Materials. - 2008. - Vol.30. - p.1440–1445.
8. Matczyszyn K., Olesiak-Banska J. DNA as scaffolding for nanophotonic structures //J. Nanophoton.- 2012. – Vol. 6. – No.1. – p.064505. doi:10.1117/1.JNP.6.064505.
10. Gutierrez R. and Cuniberti G. Modeling Charge Transport and Dynamics in Biomolecular Systems //Journal of Self-Assembly and Molecular Electronics. – 2013. - Vol. 1. – p.1–39.
11. Kamanina N., Barrientos A., Leyderman A., Cui Y., Vikhnin V., Vlasse M. Effect of fullerene doping on the absorption edge shift in COANP //Molecular Materials. - 2000. - Vol.13. - No.1-4. – p.275-280.
12. Каманина Н. В., Плеханов А. И. Механизмы ограничения оптического излучения в фуллеренсодержащих π -сопряженных органических структурах на примере молекул полиимида и COANP //Оптика и спектроскопия. - 2002. - Т.93. - № 3. - с.443-452.
13. Михайлова М. М., Косырева М. М., Каманина Н. В. К вопросу об увеличении подвижности носителей заряда в органических сопряженных структурах, сенсифицированных фуллеренами //Письма в ЖТФ. - 2002. - № 11. – с.11-20.
14. Kamanina N. V. Nonlinear optical study of fullerene-doped conjugated systems: new materials for nanophotonics applications //Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Organic Nanophotonics. - 2003. - Vol.II/100. – p.177-192.
15. Каманина Н. В., Шека Е. Ф. Ограничители лазерного излучения и дифракционные элементы на основе системы COANP-фуллерен: нелинейно-оптические свойства и квантово-химическое моделирование //Оптика и спектроскопия. - 2004. - Т.96. - №4. – с.659–673.
16. Каманина Н. В. Фуллеренсодержащие диспергированные нематические жидкокристаллические структуры: динамические характеристики и процессы самоорганизации //Успехи физических наук. - 2005. - Т.175. - № 4. – с.445-454.
17. Каманина Н. В., Комолкин А. В., Евлампиева Н. П. Изменение параметра ориентационного порядка в структуре композита нематический жидкий кристалл–COANP–C70 //Письма в ЖТФ. - 2005. - Т.31. - № 11. – с.65-70.
18. Kamanina N. V., Emandi A., Kajzar F., Attias A.-J. Laser-Induced Change in the Refractive Index in the Systems Based on Nanostructured Polyimide: Comparative Study with Other Photosensitive Structures //Mol. Cryst. Liq. Cryst., - 2008. - Vol. 486. - p.1–11.
19. Kamanina N. V. and Uskokovic D. P. Refractive Index of Organic Systems Doped with Nano-Objects //Materials and Manufacturing Processes. – 2008. - Vol.23. – p.552–556.
20. Kamanina N. V., Vasilyev P. Ya., Serov S. V., Savinov V. P., Bogdanov K. Yu., Uskokovic D. P. Nanostructured Materials for Optoelectronic Applications //Acta Physica Polonica A. - 2010. - Vol.117. - No.5. – p.786-790.
21. Kamanina N. V., Serov S. V., Shurpo N. A., Likhomanova S. V., Timonin D. N., Kuzhakov P. V., Rozhkova N. N., Kityk I. V., Plucinski K. J., Uskokovic D. P. Polyimide-fullerene nanostructured materials for nonlinear optics and solar energy applications //J Mater Sci: Mater Electron, DOI 10.1007/s10854-012-0625-9, published on-line 26 January 2012
22. Kamanina N. V., Kuzhakov P. V., Likhomanova S. V., Andraud Ch., Rau I., Kajzar F. Photorefractive, Photoconductive, Dynamic Features and Interfaces of the Optical Materials Modified with Nanoobjects //Nonlinear Optics and Quantum Optics. – 2014. - Vol. 45. – No.4. - p. 283-292.
23. Каманина Н. В., Зубцова Ю. А., Шурпо Н. А., Серов С. В., Кухарчик А. А., Кужаков П. В. Структурные, спектральные и фоторефрактивные свойства нано- и биоструктурированных органических материалов, включая жидкие кристаллы //Жидкие кристаллы и их практическое использование. – 2014. - Т.14. - №.1. - с.5-12.
24. Kamanina N. V. and Vasilenko N. A. High-speed SLM with a photosensitive polymer layer // Electron. Lett. - 1995. - Vol.31. - No.5. – p.394–395.
25. Kamanina N. V. and Vasilenko N. A. Influence of operating conditions and of interface properties on dynamic characteristics of liquid-crystal spatial light modulators //Opt. Quantum Electron. - 1997. - Vol.29. - No.1. – p.1–9.
26. Brabec C. J., Padinger F., Sariciftci N. S., Hummelen J. C. Photovoltaic properties of conjugated polymer/methanofullerene composites embedded in a polystyrene matrix //Journal of Applied Physics/- 1999. - Vol.85. - No. 9. - p.6866-6872.
27. Khoo I. C., Li. H., Liang Y. Observation of orientational photorefractive effects in nematic liquid crystal //Opt. Lett. - 1994. - Vol.19. - No.21. – p.1723-1725.
28. Akhmanov S. A., Nikitin S. Yu. Physical Optics. Oxford, 1997.
29. Kamanina N. V., Serov S. V., Zubtsova Yu.A., Bretonniere Y., Andraud Ch., Baldeck P., Kajzar F. Photorefractive Properties of Some Nano- and Bio-Structured Organic Materials // Journal of Nanotechnology in Diagnosis and Treatment. – 2014. - Vol.2. - No.1. - p.2-5.

References

1. Hosoda K., Tada R., Ishikawa M., Yoshino K. Effect of C60 doping on electrical and optical properties of poly[(disilanylene)oligophenylenes] //Jpn. J. Appl. Phys. - 1997. - Part 2. - Vol.36. -No.3B. - p.L372-L375.
2. Poole Ch. P., Owens F. J. Introduction to Nanotechnology". - New York. 2003. - Wiley Interscience. - 400 p.
3. Brabec C. J., Padinger F., Sariciftci N. S., Hummelen J. C. Photovoltaic properties of conjugated polymer/methanofullerene composites embedded in a polystyrene matrix //J.Applied Physics. - 1999. - Vol.85. - No.9. - p.6866-6872.
4. Grishina A. D., Licea-Jimenez L., Pereshivko L. Ya., Krivenko T. V., Savel'ev V. V., Rychwalski R. W., Vannikov A. V. Infrared Photorefractive Composites Based on Polyvinylcarbazole and Carbon Nanotubes //High Energy Chemistry. - 2006. - Vol.40. - No.5. - p.341-347.
5. Wei Lee, Hsu-Chih Chen. Diffraction efficiency of a holographic grating in a liquid-crystal cell composed of asymmetrically patterned electrodes //Nanotechnology. - 2003. - No.14. - p.987-990.
6. Khoo I. C., Williams Y. Zh., Lewis B., Mallouk T. Photorefractive CdSe and Gold Nanowire-Doped Liquid Crystals and Polymer-Dispersed-Liquid-Crystal Photonic Crystals //Mol. Cryst. Liq. Cryst. - 2006. - Vol.446. - p.233-244.
7. Gan Ch., Zhang Y., Liu S. W., Wang Y., Xiao M. Linear and nonlinear optical refractions of CR39 composite with CdSe nanocrystals //Optical Materials. - 2008. - Vol.30. - p.1440-1445.
8. Matczyszyn K., Olesiak-Banska J. DNA as scaffolding for nanophotonic structures //J. Nanophoton.- 2012. - Vol. 6. - No.1. - p.064505. doi:10.1117/1.JNP.6.064505.
10. Gutierrez R. and Cuniberti G. Modeling Charge Transport and Dynamics in Biomolecular Systems //Journal of Self-Assembly and Molecular Electronics. - 2013. - Vol. 1. - p.1-39.
11. Kamanina N., Barrientos A., Leyderman A., Cui Y., Vikhnin V., Vlasse M. Effect of fullerene doping on the absorption edge shift in COANP //Molecular Materials. - 2000. - Vol.13. - No.1-4. - p.275-280.
12. Kamanina N. V., Plehanov A. I. Mehanizmy ogranicheniya opticheskogo izlucheniya v fullerensoderzhashhih π -soprjazyhennyh organicheskikh strukturah na primere molekul poliimida i COANP //Optika i spektroskopija. - 2002. - T.93. - № 3. - c.443-452.
13. Mihajlova M. M., Kosyreva M. M., Kamanina N. V. K voprosu ob uvelichenii podvizhnosti nositelej zarjada v organicheskikh soprjazyhennyh strukturah, sensibilizirovannyh fullerenami //Pis'ma v ZhTF. - 2002. - T.28. - № 11. - c.11-20.
14. Kamanina N. V. Nonlinear optical study of fullerene-doped conjugated systems: new materials for nanophotonics applications //Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Organic Nanophotonics. - 2003. - Vol.II/100. - p.177-192.
15. Kamanina N. V., Sheka E. F. Ogranichiteli lazernogo izlucheniya i difrakcionnye jelementy na osnove sistemy COANP-fulleren: nelinejno-opticheskie svojstva i kvantovo-himicheskoe modelirovanie //Optika i spektroskopija. - 2004. - T.96. - №4. - c.659-673.
16. Kamanina N. V. Fullerensoderzhashhie dispergirovannye nematicheskie zhidkokristallicheskie struktury: dinamicheskie harakteristiki i processy samoorganizacii //Uspehi fizicheskikh nauk. - 2005. - T.175. - № 4. - c.445-454.
17. Kamanina N. V., Komolkin A. V., Evlampieva N. P. Izmenenie parametra orientacionnogo porjadka v strukture kompozita nematicheskij zhidkij kristall-COANP-S70 //Pis'ma v ZhTF. - 2005. - T.31. - № 11. - c.65-70.
18. Kamanina N. V., Emandi A., Kajzar F., Attias A.-J. Laser-Induced Change in the Refractive Index in the Systems Based on Nanostructured Polyimide: Comparative Study with Other Photosensitive Structures //Mol. Cryst. Liq. Cryst.. - 2008. - Vol. 486. - p.1-11.
19. Kamanina N. V. and Uskokovic D. P. Refractive Index of Organic Systems Doped with Nano-Objects //Materials and Manufacturing Processes. - 2008. - Vol.23. - p.552-556.
20. Kamanina N. V., Vasilyev P. Ya., Serov S. V., Savinov V. P., Bogdanov K. Yu., Uskokovic D. P. Nanostructured Materials for Optoelectronic Applications //Acta Physica Polonica A. - 2010. - Vol.117. - No.5. - p.786-790.
21. Kamanina N. V., Serov S. V., Shurpo N. A., Likhomanova S. V., Timonin D. N., Kuzhakov P. V., Rozhkova N. N., Kityk I. V., Plucinski K. J., Uskokovic D. P. Polyimide-fullerene nanostructured materials for nonlinear optics and solar energy applications //J Mater Sci: Mater Electron, DOI 10.1007/s10854-012-0625-9, published on-line 26 January 2012
22. Kamanina N. V., Kuzhakov P. V., Likhomanova S. V., Andraud Ch., Rau I., Kajzar F. Photorefractive, Photoconductive, Dynamic Features and Interfaces of the Optical Materials Modified with Nanoobjects //Nonlinear Optics and Quantum Optics. - 2014. - Vol. 45. - No.4. - p. 283-292.
23. Kamanina N. V., Zubcova Ju. A., Shurpo N. A., Serov S. V., Kuharchik A. A., Kuzhakov P. V. Strukturnye, spektral'nye i fotorefraktivnye svojstva nano- i biostrukturirovannyh organicheskikh materialov, vkluchajaja zhidkie kristally //Zhidkie kristally i ih prakticheskoe ispol'zovanie. - 2014. - T.14. - №.1. - s.5-12.
24. Kamanina N. V. and Vasilenko N. A. High-speed SLM with a photosensitive polymer layer // Electron. Lett. - 1995. - Vol.31. - No.5. - p.394-395.
25. Kamanina N. V. and Vasilenko N. A. Influence of operating conditions and of interface properties on dynamic characteristics of liquid-crystal spatial light modulators //Opt. Quantum Electron. - 1997. - Vol.29. - No.1. - p.1-9.
26. Brabec C. J., Padinger F., Sariciftci N. S., Hummelen J. C. Photovoltaic properties of conjugated polymer/methanofullerene composites embedded in a polystyrene matrix //Journal of Applied Physics/- 1999. - Vol.85. - No. 9. - p.6866-6872.
27. Khoo I. C., Li. H., Liang Y. Observation of orientational photorefractive effects in nematic liquid crystal //Opt. Lett. - 1994. - Vol.19. - No.21. - p.1723-1725.
28. Akhmanov S. A., Nikitin S. Yu. Physical Optics. Oxford, 1997.
29. Kamanina N. V., Serov S. V., Zubtsova Yu.A., Bretonniere Y., Andraud Ch., Baldeck P., Kajzar F. Photorefractive Properties of Some Nano- and Bio-Structured Organic Materials // Journal of Nanotechnology in Diagnosis and Treatment. - 2014. - Vol.2. - No.1. - p.2-5.

Мазуркин П.М.¹

¹Доктор технических наук, Поволжский государственный технологический университет

ПРИРОСТ ЦЕЛЫХ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ

Аннотация

Главным отличительным признаком прироста, как «ступенек» от «лестницы Римана», является вторая вертикаль квантификации. При квантификации простых чисел переводом их из десятичной в двоичную систему счисления только эта вертикаль заполняется полностью. Заполнение второй вертикали нетривиальными нулями и единицами наблюдается на ряде целых простых чисел любой мощности, до бесконечности.

Ключевые слова: целые простые числа, прирост, критичная линия, корень $1/2$, волновые закономерности

Mazurkin P.M.¹

¹Doctor of Technical Sciences, Volga State University of Technology

INCREMENT INTEGER PRIMES

Abstract

The main feature of the growth as "stu-stump" from the "ladder Rome" is the second vertical quantification. When quantification primes transfer them from decimal to binary number system only this vertical is filled completely. Fill-second of vertical non-trivial zeros and ones observed in the number of primes of any integer power indefinitely.

Keywords: integer prime number, increment, the critical line, the root of 1/2 wave patterns

Прирост простых чисел

Ряд простых чисел (ПЧ) можно представить как череду годовичных приростов многолетнего растения (табл. 1), например, в высоту или толщину.

Такая аналогия с биологическими процессами наглядна [9]. В итоге прирост можно рассматривать обособленно от ряда простых чисел (ступеньки отделены от основания гауссовой лестницы). Лучше всего оказалось принятие зависимости прироста от самого простого числа. Причем оказалось, что *анализ прироста* нагляднее из-за компактности записи прироста ряда простых чисел в двоичной системе счисления.

Таблица 1
Ряд прироста 500 простых чисел
в двоичной системе счисления

Простое число P	Прирост P ПЧ	Разряд i двоичный					
		6	5	4	3	2	1
		Часть прироста					
		32	16	8	4	2	1
0	1						1
1	1						1
2	1						1
3	2	тривиальные нули				1	0
5	2					1	0
7	4				1	0	0
11	2					1	0
13	4				1	0	0
17	2					1	0
19	4				1	0	0
23	6				1	1	0
29	2					1	0
31	6				1	1	0
37	4				1	0	0
41	2					1	0
43	4				1	0	0
47	6				1	1	0
53	6				1	1	0
59	2					1	0
61	6				1	1	0
67	4				1	0	0
71	2					1	0
...
3539	2					1	0
3541	6				1	1	0
3547	10			1	0	1	0
3557	2					1	0
3559	12			1	1	0	0

Коренное отличие ряда прироста от самого ряда простых чисел заключается в том, что в приросте (тоже число – абстрактная мера количества) только один столбец $i = 2$ разряда двоичных чисел (или критической линии Римана) является полностью заполненным. А первый разряд имеет нетривиальные нули (кроме прироста 1 у критичных простых чисел 0, 1, 2) для множества $P > 2$.

Полное заполнение второго столбца, начиная с простого числа 3, продолжится до бесконечности, поэтому можно считать доказанным факт очередного появления минимального прироста $P = 2$ при любой мощности P , вплоть до бесконечности. Отсюда следует, что столбец $i = 2$ является *критической линией*, причем не только для ряда приростов [6, 7], но критичной и для ряда простых чисел.

Математический ландшафт прироста

Все обращают внимание на нетривиальные нули и давно ищут их на критичной линии второй вертикали по данным таблицы 1. Их уже насчитали несколько триллионов [9]. Но до сих пор уверенности у математиков в их не тривиальности нет. Из таблицы 1 по приростам видно, на критичной линии Римана $i = 2$, то есть на второй вертикали двоичного разложения прироста простых чисел, идет закономерное чередование нетривиального нуля и 1, в тривиальные нули начинают появляться уже с третьей вертикали. Доказательство того, что нетривиальные нули могут быть и не на критичной линии Римана, видно также из таблицы 6: например, у простого числа 89 при приросте 8, впервые появляется нетривиальный нуль на третьей вертикали $i = 3$.

Для построения математического ландшафта прироста (рис. 1) исключим из таблицы 1 те строки, в которых по пяти вертикалям находится хотя бы один тривиальный нуль. Это исходит из того, что пустые клетки (тривиальные нули в пустых клетках таблицы 1) не являются цифрами и поэтому программная среда CurveExpert-1.40 их не воспринимает.

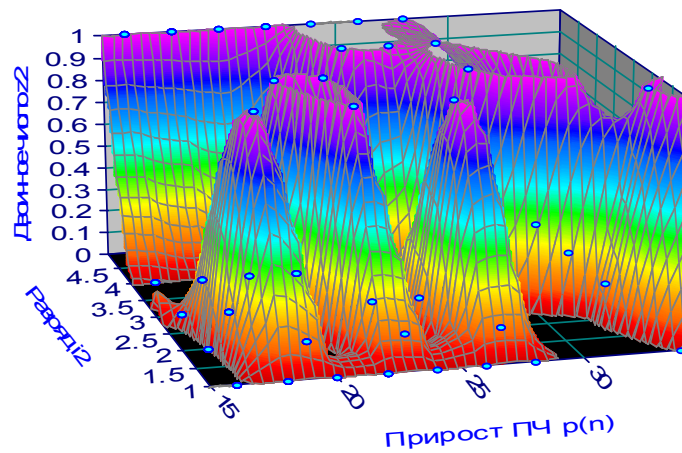


Рис. 1. Ландшафт прироста в ряду из 500 простых чисел

Тогда минимальный, учтенный на рисунке 1, прирост среди 500 простых чисел был равен 16.

Показателем является двоичное число $z = z_2$ в области действительных чисел $(0;1)$. Математический ландшафт прироста на рисунке 1 оказался сложнее ландшафта самих простых чисел.

Блоки двоичного разложения прироста имеют сложную линию по сравнению с ступенчато расширяющейся влево границы блоков ряда простых чисел из 1 от второй вертикали или критической линии Римана.

Влияние прироста на первом разряде

Бернхард Риман в 1859 году по результатам анализа дзета-функции утверждал, что нетривиальные нули находятся на одной линии. После Харди доказал, что нетривиальные нули находятся и вне критической линии. Ныне полагают, что она как критическая линия пересекает математический ландшафт дзета-функции. Пока наглядности через дзета-функцию так и не добились. Однако из данных таблицы 1 видно, что для нового параметра ряда – прироста простых чисел – такая единственная линия есть. Это – вертикаль $i = 2$. Покажем, что остальные вертикали составляющих простых чисел всегда приближаются к критической линии при условии $j \rightarrow \infty$.

Тем самым еще раз подтвердим доказательство Харди о том, что в ряду имеется бесконечное множество нетривиальных нулей, часть которых может и не лежать на критической линии Римана (см. простое число 3547 при приросте 10 в таблице 1, где есть нетривиальный нуль вне критической линии).

Для первого разряда $i = 1$ (рис. 2) двоичного разложения по нетривиальным нулям на первой вертикали имеем:

- для гауссова ряда (начинающегося с цифры 2) из 500 простых чисел

$$z_{1j} = 1772,5075 \exp(-7,48032 p_j); \quad (1)$$

- для полного ряда 500+1 простое число

$$z_{1j} = 1781,3383 \exp(-7,48515 p_j), \quad (2)$$

где j – порядок-ранг простого числа из полного ряда.

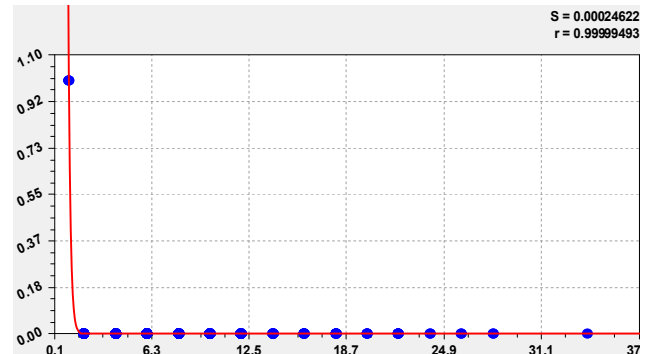
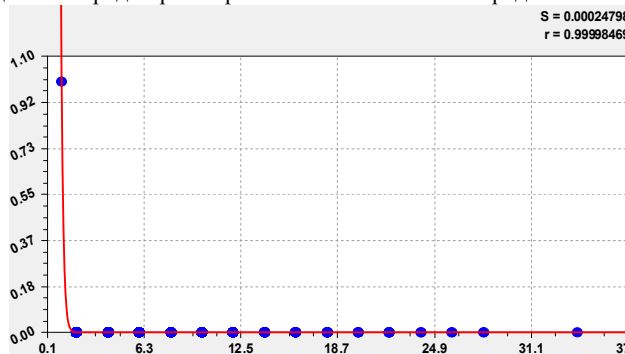


Рис. 2. Графики распределения двоичного числа у прироста простых чисел на первом разряде двоичной системы разложения

Обе формулы являются законом экспоненциальной гибели (закон Лапласа в математике, закон Мандельброта в физике, закон Ципфа в биологии и закон Парето в эконометрике). Параметры закона экспоненциальной гибели изменились только из-за наличия впереди традиционного гауссова ряда цифр 0 и 1, то есть двоичной системы счисления.

Влияние прироста на двоичное число мало зависит от типа ряда простых чисел (ряд Гаусса, усеченный и полный ряд). Однако ясно, что при теоретическом нулевом приросте получаем огромное двоичное число 1781, намного превышающее 1. Этот факт указывает на аномальное влияние нулевого прироста на критических простых числах 0, 1 и 2.

Влияние прироста на втором разряде

На второй вертикали, как видно из данных таблицы 1, в обоих рядах прироста (гауссова ряда и полного ряда простых чисел)

вначале находятся тривиальные нули (пустые клетки). Поэтому математическая обработка возможна только со строки $P = 3$.

После статистического моделирования получаем **фундаментальный закон прироста** (рис. 3) для любого ряда простых чисел в виде уравнения

$$z_{2j} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos\left(\frac{1}{2} \pi p_j\right) \quad (3)$$

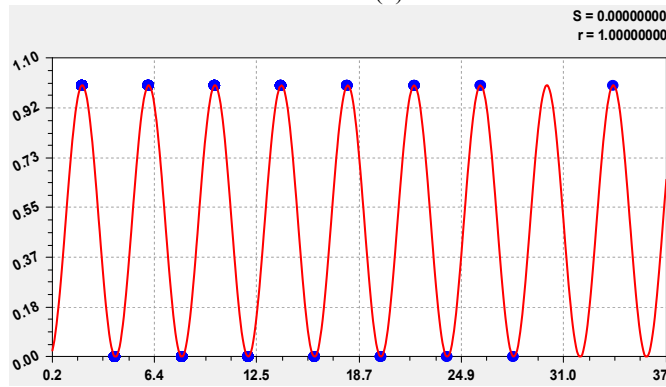


Рис. 3. График распределения двоичного числа в зависимости от прироста $500+1$ простых чисел по модели (3) на критичной линии Римана

Критичная линия Римана на вертикали $i = 2$ получила однозначную формулу влияния прироста на двоичное число, причем с тригонометрической функцией косинуса без сдвига волны.

Математическая константа $\sqrt{2}$ по сравнению с самим рядом простых чисел исключилась.

В модели (3) остались три математические константы:

- 1) число 1;
- 2) $1/2$ – рациональный корень по гипотезе Римана (этот корень $1/2$ в формуле (6.3) встречается трижды);
- 3) $\pi = 3,14159\dots$ число Архимеда (число пространства).

Тогда получается, что из-за наличия π формула (3) показывает сущность свойств у пространства, причем без учета времени.

Влияние прироста на других разрядах

Для третьего разряда $i = 3$ системы двоичного счисления исключим из вертикалей по таблице 1 клетки с тривиальными нулями. Тогда исключатся 97 первые числа у простых чисел-близнецов и останутся 402 строки.

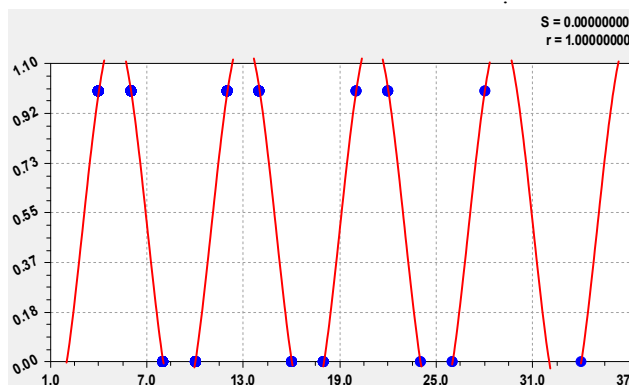
После идентификации (рис. 4) 402 значений получена закономерность

$$z_{3j} = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cos\left(\frac{\pi}{4} p_j - \frac{\pi}{4}\right) \quad (4)$$

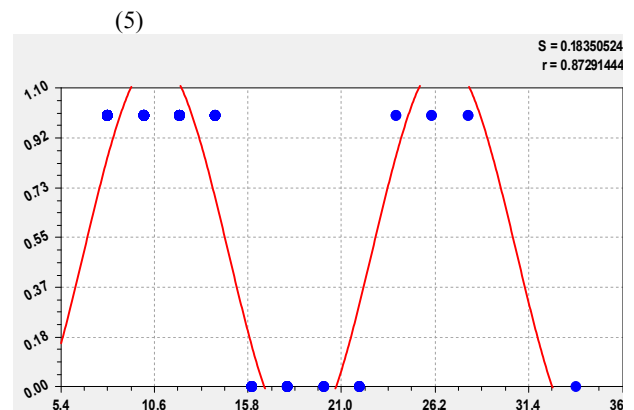
которая одинакова по конструкции с формулой (3), но не совпадает по сдвигу колебания ($\pi/4$ вместо $\pi/2$) параметру $\sqrt{2}/2$ перед функцией косинуса.

Для разряда $i = 4$ (рис. 4) по 183 значениям оставшихся, после 500 членов ряда, простых чисел была получена формула

$$z_{4j} = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cos\left(\frac{\pi}{8} p_j - 1,05021\right)$$



статистическая модель (4)
при третьем разряде прироста



статистическая модель (5)
при четвертом разряде

Рис. 4. Графики распределения двоичного числа от влияния приростов простых чисел

Еще большее отклонение от критичной линии происходит на пятом разряде. Из 37 точек на пятой вертикали только одна получает 0, а остальные 36 приростов имеют значение 1.

Поэтому для повышения адекватности моделей на четвертом и последующих вертикалях нужно увеличивать мощность ряда простых чисел.

Влияние разряда двоичной системы счисления

В среде Excel суммируем по столбцам таблицу 1 (с $P = 3$) и получим количество единиц $\sum z$ по разрядам двоичной системы счисления (табл. 2).

Таблица 2. Влияние разряда двоичной системы (498 строк)

i	p_i	$\sum z$	Доля 1	$\sum(z=0)$	Доля 0	$2^{i-1} \sum z$	$\sum z / \sum \sum z$
1	1	0	0	498	1	0	0
2	2	298	0.5984	200	0.4016	596	0.3855
3	4	285	0.5723	213	0.4277	1140	0.3687
4	8	153	0.3072	345	0.6928	1224	0.1979
5	16	36	0.0723	462	0.9277	576	0.0466
6	32	1	0.0020	497	0.9980	32	0.0013
Всего		773	-	2215	-	3568	-

Модели лучше давать по относительным величинам - долям, что позволяет сравнивать разные по мощности ряды простых чисел.

После идентификации биотехнического закона [2-4] были получены следующие статистические закономерности:

- доли 1 в (рис. 5) строках двоичной матрицы прироста простых чисел

$$v(1) = \sum z / 498 = 0,61623(i-1)^{0,28783} \exp(-0,029314(i-1)^{3,22295}); \quad (6)$$

- доли нулей (рис. 5), включая тривиальные и нетривиальные нули, в строках двоичной матрицы прироста простых чисел

$$v(0) = (498 - \sum z) / 498 = 1 - 0,61623(i-1)^{0,28783} \exp(-0,029314(i-1)^{3,22295}). \quad (7)$$

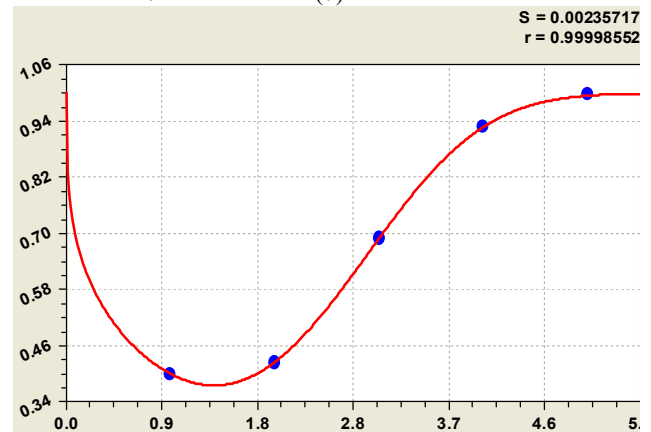
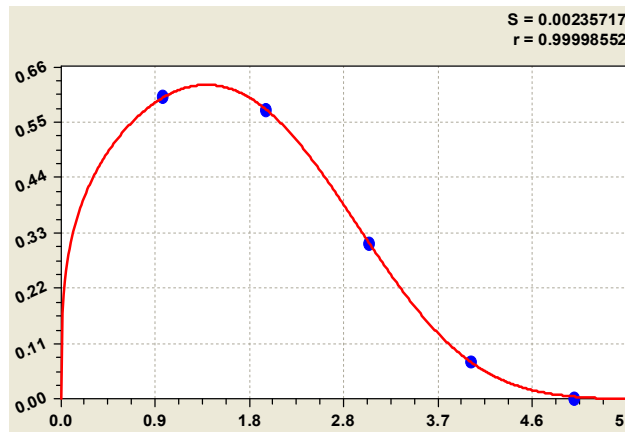


Рис. 5. Доля единиц (слева) и нулей (справа) в строках матрицы (табл. 2)

В пользу вычислений количества единиц вместо нулей имеются две отличительные особенности:

- 1) число нулей (тривиальных и нетривиальных) почти в три раза больше единиц (табл. 2);
- 2) по конструкции формула (6) биотехнического закона проще и компактнее по сравнению с математическим выражением (7).

По-видимому, параметр $0,61623$ с ростом ряда $n \rightarrow \infty$ будет приближаться к золотому сечению $0,618...$. Получается,

ориентировочно на критичной линии находятся $\varphi^{-1} = 0,618...$ единиц и $0,618^2$ нетривиальных нулей.

Вклад суммы единиц по столбцам (рис. 6) к сумме (в таблице 2 эта сумма равна 773) будет равен

$$\sum z_j / \sum \sum z = 0,39902(i-1)^{0,32247} \exp(-0,034914(i-1)^{3,09819}). \quad (8)$$

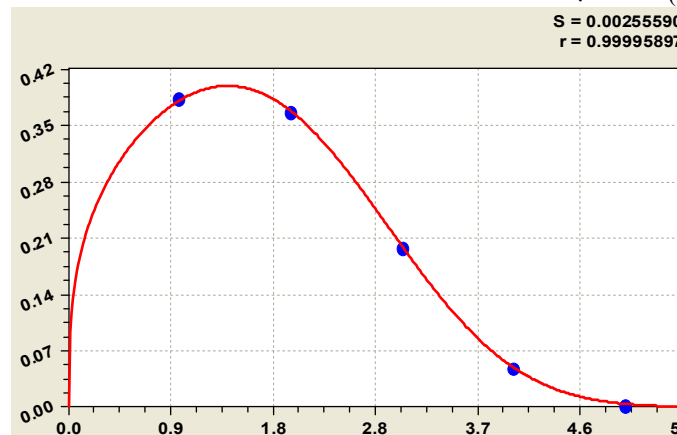


Рис. 6.6. График вклада суммы единиц по столбцам таблицы 6.2

На критической линии $i = 2$ вклад суммы 1 приблизится к квадрату золотого сечения.

По росту простого числа через формулу влияния m -числа Фибоначчи [10], мы косвенно получили функциональную связь с золотой пропорцией и другими математическими константами. При этом выяснилось, что число 1 - одно из основных понятий в теории групп - является фундаментальной математической константой.

Поэтому, деля 1 на 2, получаем дробное число $1/2$ - рациональный корень дзета-функции Римана [8].

А при рассмотрении отдельно ступенек лестницы Гаусса-Римана в формулах (6) и (7) мы четко получили, что на критической линии Римана (второй вертикали) приростов находятся $\varphi^{-1} = 0,618\dots$ единиц и $0,618^2$ нетривиальных нулей. При условии $m = 1$ получаем $\varphi = \Phi_1 = (1 + \sqrt{5})/2$ - золотая пропорция - или число 1,618...

Начало координат четко определяется в точке $(Z = 0, P_Z = 0)$. Это – **точка сингулярности** из-за того, что по существующему определению простого числа (свойство деления на самого себя) происходит деление простого числа на самого себя, то есть $0/0$.

При этом деление только на 1 превращает эту точку в нуль.

Минимальная выборка простых чисел

Методом отсечения снизу от строк таблицы 1 для ряда не критичных простых чисел определим минимальную выборку (табл. 3), где еще действует устойчивый закон критичной линии по формуле (3).

Таблица 3

Минимальный ряд простых чисел
в гауссовом ряду ПЧ

Простое число $a(n)$	При- рост $p(n)$	Разряд i числа					
		6	5	4	3	2	1
		Часть прироста					
3	2	32	16	8	4	2	1
5	2	тривиальные нули				1	0
7	4				1	0	0

Минимальный ряд не критичных простых чисел образуют всего три члена, по которым было получено уравнение (3) с рациональными параметрами, приведенными в таблице 4. Погрешность приближения $0.5 \rightarrow 1/2$ пренебрежимо мала.

Таблица 4

Влияние прироста ПЧ на двоичное число на втором
разряде двоичной системы

Простое число $a(n)$	При- рост $p(n)$	Параметры (3)			Кэфф. коррел. r	Погреш- ность ε
		a_1	a_2	a_3		
3	2	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	2	1	-9.989e-10
5	2					-9.989e-10
7	4					9.989e-10

График простого по конструкции уравнения (3) с параметрами модели из таблицы 4 показан на рисунке 7.

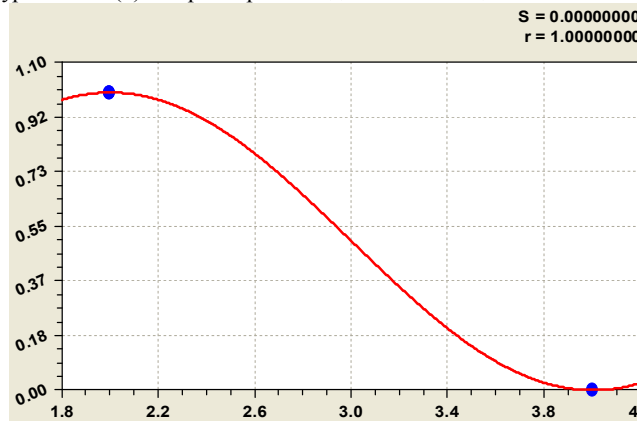


Рис. 7. График формулы (3)
для трех не критических простых чисел

У других разрядов $i_2 > 2$ нужно возрастающее количество (мощность) простых чисел. Такое требование возникает из-за усложнения формулы (3) дополнительными параметрами модели.

Между приростом и его составляющей существует закономерность перехода чисел из десятичной системы счисления в двоичную. При этом прирост простых чисел оказывается более точным в сравнении с рядом ПЧ.

Реперы блоков простых чисел

Первые левые единицы образуют асимптотическую линию, левее которой находятся только тривиальные нули. При этом эта линия становится ломанной и ступенчато расширяющейся с ростом разряда двоичной системы счисления. Рассмотрим реперы в ряде из 500 простых чисел.

Репера образуют блоки и тем самым становятся новым параметром, характеризующим распределение простых чисел. В массиве из 500 точек прироста ПЧ их немного (табл. 5), всего пять.

Таблица 5. Репера прироста 500 ПЧ

Прос- тое число $a(n)$	При- рост $p(n)$	Разряд i двоичный					
		6	5	4	3	2	1
		Часть прироста					
		32	16	8	4	2	1
3	2					1	0
7	4				1	0	0
89	8			1	0	0	0
523	18		1	0	0	1	0
1327	34	1	0	0	0	1	0

Исходя из условия, что в начале ряда (см. табл. 1) прирост равен единице, была получена (рис. 8) формула

$$p_R(n) = \exp(0,80738a_R(n)^{0,20489}), \quad (9)$$

где индекс R обозначает реперное простое число или число на границе блока.

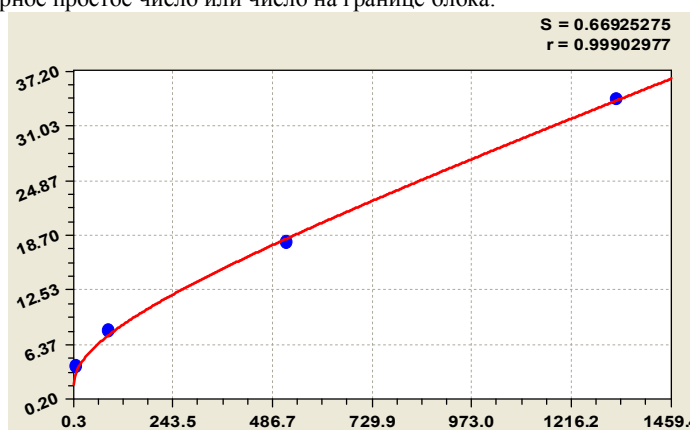


Рис. 8. График реперной функции прироста

Применение реперов гораздо компактнее известного отношения $x/\pi(x)$.

Как было показано в статье [5], посвященной блочной структуре ряда целых простых чисел (ЦПЧ), репера блоков позволяют

«заглянуть» далеко вперед относительно заранее известной линии 2^{i-1} .

Первичный прирост

Это – третий показатель (первый – критичная линия, второй – репера блоков), дающий картину роста прироста простых чисел.

Первичный прирост показывает последовательность прироста по росту значений с учетом его положения в ряду прироста простых чисел.

Параметр первичного прироста $p_P(n)$ для ряда из 100 000 простых чисел приведен в таблице 6. Первичный прирост нерегулярен, например, прирост 14 появляется после 8 и раньше значений 10 и 12. на это сильно влияет геометрия распределения

простых чисел и их приростов. Различным шрифтом выделены треугольники (узоры геометрии) со сторонами (при $i_2 = 1$ – нетривиальные нули). Тогда гармоничные геометрические структуры определяют алгоритм наращивания прироста и даже простого числа.

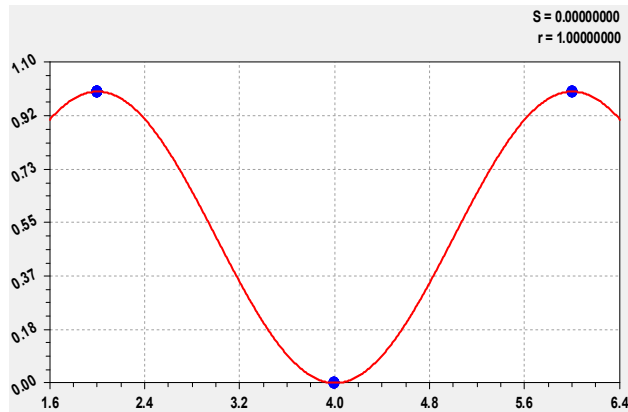
Таблица 6. Первичный прирост
в ряду из 100 000 членов

Прос- тое число $a(n)$	При- рост $p_P(n)$	Разряд i двоичный					
		6	5	4	3	2	1
		Часть прироста					
		32	16	8	4	2	1
3	2					1	0
7	4				1	0	0
23	6				1	1	0
89	8			1	0	0	0
113	14			1	1	1	0
139	10			1	0	1	0
199	12			1	1	0	0
523	18		1	0	0	1	0
887	20		1	0	1	0	0
1129	22		1	0	1	1	0
1327	34	1	0	0	0	1	0
1669	24		1	1	0	0	0
1831	16		1	0	0	0	0
2477	26		1	1	0	1	0
2971	28		1	1	1	0	0
4297	30		1	1	1	1	0
5591	32	1	0	0	0	0	0
9551	36	1	0	0	1	0	0
15683	44	1	0	1	1	0	0
16141	42	1	0	1	0	1	0

- 2) при этом приросты по обоим направлениям (отрицательному и положительному) вдоль оси абсцисс положительные, что дает возможность анализа только одной правой части в виде полуоси положительных натуральных чисел, начиная с 3;
- 3) положительные приросты дает возможность анализа по всей оси целых чисел, так как обе ветви приростов симметрично изменяются относительно отрицательной и положительной сторон шкалы целых чисел.

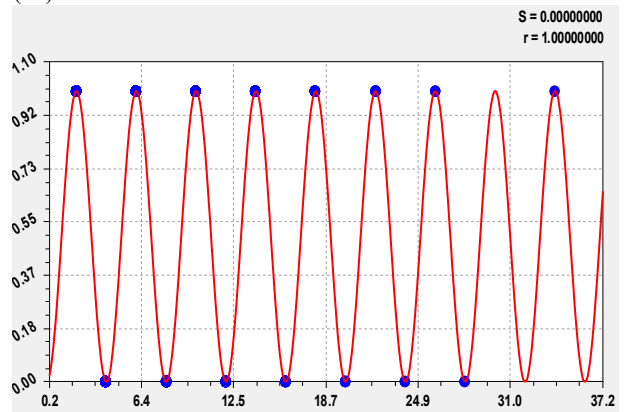
Двоичное число на второй вертикали (рис. 11) определяется при любой мощности ряда ЦПЧ формулой вида

$$z_2^p = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos\left(\frac{\pi}{2} p_Z\right)$$



двоичное число прироста для 19 пар ЦПЧ
без центра симметрии

(12)



двоичное число прироста
для 500 простых чисел

Рис. 11. Графики двоичного числа по второй вертикали разложения ЦПЧ

Таблица 7. Прирост ЦПЧ

Целое число Z	Прос- тое число P_Z	При- рост p_Z	Разряд i_Z^p		
			3	2	1
			$p_{iZ} = 2^{(i_Z^p - 1)}$		
			4	2	1
-19	-61	2		1	0
-18	-59	6	1	1	0
-17	-53	6	1	1	0
-16	-47	4	1	0	0
-15	-43	2		1	0
-14	-41	4	1	0	0
-13	-37	6	1	1	0
-12	-31	2		1	0
-11	-29	6	1	1	0
-10	-23	4	1	0	0
-9	-19	2		1	0
-8	-17	4	1	0	0
-7	-13	2		1	0
-6	-11	4	1	0	0
-5	-7	2		1	0
-4	-5	2		1	0
-3	-3	1			1
-2	-2	1			1
-1	-1	1			1
0	0	1			1
1	1	1			1
2	2	1			1
3	3	2		1	0
4	5	2		1	0
5	7	4	1	0	0
6	11	2		1	0
7	13	4	1	0	0
8	17	2		1	0
9	19	4	1	0	0
10	23	6	1	1	0
11	29	2		1	0
12	31	6	1	1	0
13	37	4	1	0	0
14	41	2		1	0
15	43	4	1	0	0
16	47	6	1	1	0
17	53	6	1	1	0
18	59	2		1	0
19	61	6	1	1	0

В итоге повторяется формула (3) и **фундаментальный закон прироста** (рис. 11) действителен для любого ряда в виде ПЧ или ЦПЧ. При этом в законе (12) повторяется три раза действительный корень $1/2$.

Бесконечность ряда простых чисел была доказана 2300 лет назад Евклидом. Поэтому ряд прироста простых чисел также является бесконечным.

Тогда становится очевидным, что количество реперов и часть от них в виде простых чисел-близнецов Голстона также обладает свойством стремиться к бесконечности.

Если есть ряды с постоянным приростом 2, то должны быть и ряды с постоянными другими четными числами 4, 6, 8, Поэтому мы предложили новый класс рядов ПЧ и ЦПЧ – это **простые числа с постоянным приростом**.

Скачки прироста по блокам

В таблице 8 показано разложение прироста реперов (скачков между блоками) в ряду из 10 млн. простых чисел. Тривиальные нули не учитываются.

Тогда, начиная с прироста 2 (рис. 11), снова соблюдается формула (12).

Таким образом, прирост ПЧ и ЦПЧ одинаков для разной длины рядов, не зависит от блоков и это упрощает анализ и специальных рядов простых чисел.

Таблица 8. Прирост реперов блоков

Номер блока i_B	Прирост репера p_{ZR}	Разряд i_Z^p двоичный					
		5	4	3	2	1	$-\infty$
		Часть $p_{iZ} = 2^{i_Z^p} - 1$					
		16	8	4	2	1	0
0	0						0
1	0						0
2	1					1	0
3	2				1	0	0
4	4			1	0	0	0
5	4			1	0	0	0
6	6			1	1	0	0
7	6			1	1	0	0
8	4			1	0	0	0
9	6			1	1	0	0
10	12		1	1	0	0	0
11	10		1	0	1	0	0
12	14		1	1	1	0	0
13	6			1	1	0	0
14	18	1	0	0	1	0	0
15	30	1	1	1	1	0	0
16	22	1	0	1	1	0	0
17	16	1	0	0	0	0	0
18	30	1	1	1	1	0	0
19	8		1	0	0	0	0
20	22	1	0	1	1	0	0
21	10		1	0	1	0	0
22	26	1	1	0	1	0	0
23	18	1	0	0	1	0	0
24	24	1	1	0	0	0	0

Для проверки достоверности возможна простая рекомендация: если приросты чисел в специальном ряду не удовлетворяют условию формулы (12), то этот ряд или очередное сгенерированное число не относится к простым числам.

Прирост на двоичное число

За объясняющую переменную берем прирост простого числа.

Тогда по разным разрядам двоичной системы счисления образуются свои статистические модели типа

$$z_2 = a_1 - a_2 \cos(\pi p(n) / (a_3 + a_4 p(n)^{a_5}) - a_6), \quad (13)$$

где $a_1 \dots a_6$ - параметры модели (13).

Если не учитывать первый и последний разряды двоичной системы, то близко к рациональному числу $1/2$ по вещественным значениям находится разряд $i_2 = 2$ (критичная линия Римана).

Для критической линии $i_2 = 2$ формула (13) редуцируется (рис. 12) к упрощенному, без сдвига волны и при постоянной частоте $1/2$, виду

$$z_2(i_2 = 2) = 1/2 - 1/2 \cos(\pi p(n) / 2) \quad (12a)$$

Но расчетное значение двоичного числа (поэтому специалисты по шифрованию могут не беспокоиться) всегда будет иррациональным только из-за того, что в формуле содержится иррациональное число Архимеда (число пространства) π «пи» с разной точностью записи.

Формулу (12) можно проверить на любом ряде простых чисел.

На рисунке 12 показан график прироста на втором столбце (разряде двоичного числа) для ряда A000040.

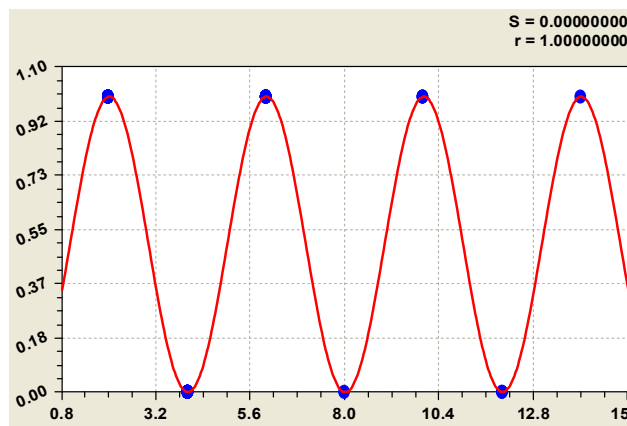


Рис. 12. Графики формулы (12) для ряда простых чисел A000040

Гипотеза Римана полностью доказана и вторым столбцом двоичной записи прироста простых чисел снимаем следующее сообщение для математиков из Интернет: «А вот знаменитая гипотеза Римана, что вещественная часть корня всегда в точности равна $1/2$, ещё никем не доказана, хотя её доказательство имело бы для теории простых чисел в высшей степени важное значение. В настоящее время гипотеза проверена для 7 миллионов корней».

С увеличением мощности простых чисел уравнение (12) для критической линии сохранится, только на графиках типа рисунков 13 будут частые колебания из-за повышения прироста с ростом номера простого числа.

Но прирост нарастает гораздо медленнее простого числа. И эта особенность ряда прироста дает практическую возможность наглядного анализа.

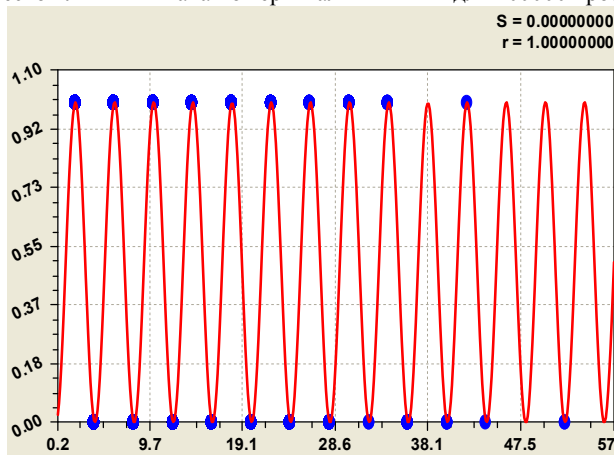
Проверка закона критичной линии

Проверим устойчивость уравнения закона критической линии Римана $z_2(i_2 = 2) = 1/2 - 1/2 \cos(\pi p(n)/2)$ на других примерах. Докажем, что на критической линии $i_2 = 2$ указанная модель (12) распределения прироста устойчива и при других количествах (другой мощности) в ряду простых чисел.

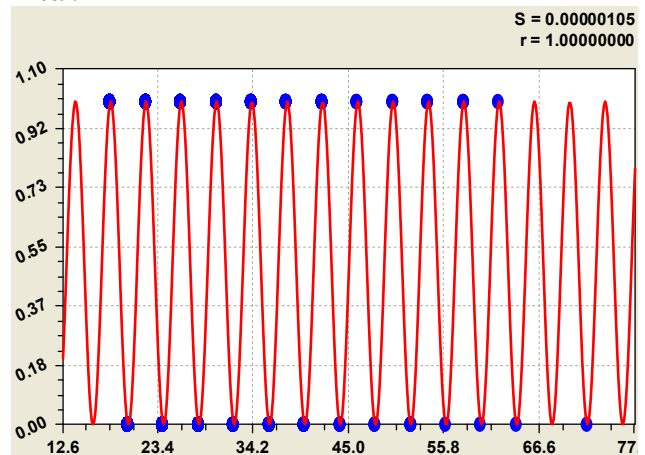
На рисунке 13 показаны графики распределения по формуле закона критической линии (12) прироста для рядов из 3000 и 100000 простых чисел.

Максимальный прирост 52 получает двоичное число, равное нулю. При этом единица находится только на приросте 42. С дальнейшим ростом численности ряда простых чисел волна по функции косинуса будет продолжаться и дальше. Это видно также

из графика на рисунке 13 по распределению двоичного числа по формуле $z_2(i_2 = 2) = 1/2 - 1/2 \cos(\pi p(n)/2)$ на критической линии Римана по вертикали $i_2 = 2$ для 100000 простых чисел.



закон распределения 0 и 1 на критической линии прироста простых чисел в ряду из 3000 членов



закон распределения 0 и 1 на критической линии прироста в ряду из 100000 простых чисел

Рис. 13. Графики формулы (6.12) для доказательства гипотезы Римана

Распределение прироста гораздо компактнее ряда простых чисел.

С увеличением мощности ряда до 3000 по сравнению с массивом 500 (рис. 11) возрастает количество точек прироста в графике (рис. 13). Но при этом программная среда CurveExpert включает в график по оси абсцисс весь интервал изменения прироста от 2 до 52.

Для проверки было взято только подмножество (1704 строки) приростов $p(n) \geq 18$ из 100 000 простых чисел. Максимальное значение прироста равно 72 с нулем двоичного числа.

С увеличением численности приростов, из-за роста максимального прироста, график двоичного числа становится недостаточно наглядным.

Отсюда следует, что в любой выборке приростов простых чисел разной численности соблюдается закон $z_2(i_2 = 2) = 1/2 - 1/2 \cos(\pi p(n)/2)$ критической линии Римана. Мы вручную проверили ряд простых чисел до 100000. Но эффективнее составить программу для составления ряда прироста по формуле (12), а затем проверять закон на больших рядах.

Проверка правильности простых чисел выполняется легко:

если нарушается график прироста по закону

$$z_2(i_2 = 2) = 1/2 - 1/2 \cos(\pi p(n)/2)$$

то члены такого ряда неверны, то есть найденное число не является простым. Это будет критерием проверки простоты генерируемого простого числа.

Простые числа как шкала для прироста

Далее для сравнения рассмотрим примеры прироста у двух симметричных рядов ЦПЧ с количеством пар простых чисел 20 и 1700 (близко к пределу заполнения исходными данными программной среды CurveExpert-1.40).

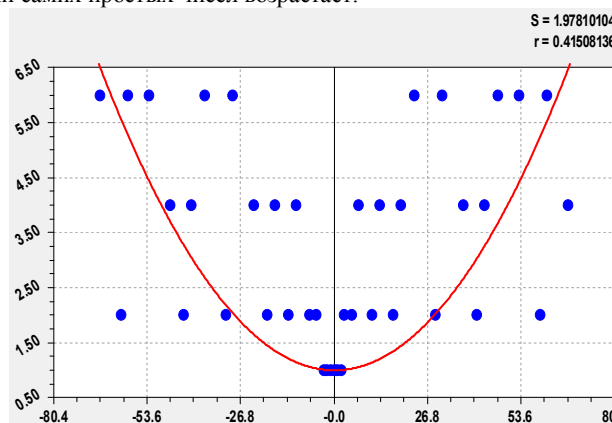
Отрицательные числа придется возводить в квадрат или иную чётную степень, то есть применять уравнения с натуральными четными числами.

По двум симметричным конечномерным рядам (рис. 14) были получены уравнения со степенями 2:

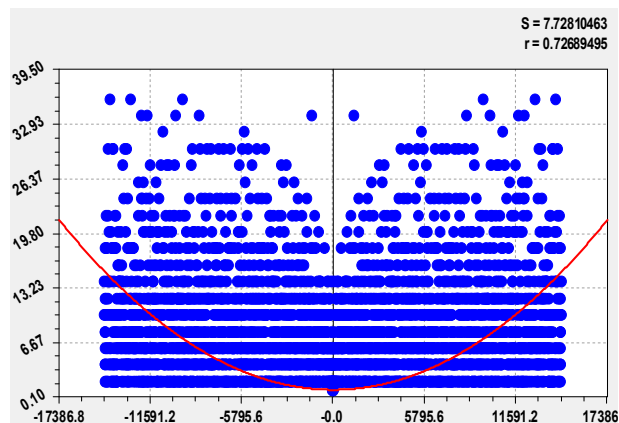
$$P_{Z20} = 1 + 0,0012217 P_{Z20}^2 ; \quad (14)$$

$$P_{Z1700} = 1 + 6,76678 \cdot 10^{-8} P_{Z1700}^2 . \quad (15)$$

С увеличением количества пар ЦПЧ коэффициент корреляции квадратичной формулы изменения прироста в зависимости от значений самих простых чисел возрастает.



ряд из 20 пар целых простых чисел



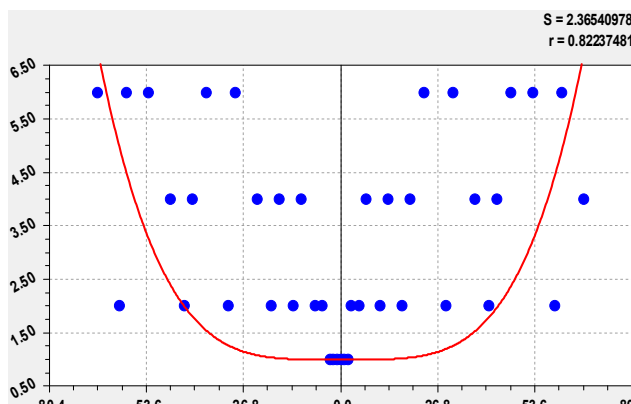
ряд из 1700 пар целых простых чисел

Рис. 14. Квадратичная зависимость прироста от целых простых чисел при различных количествах пар ЦПЧ

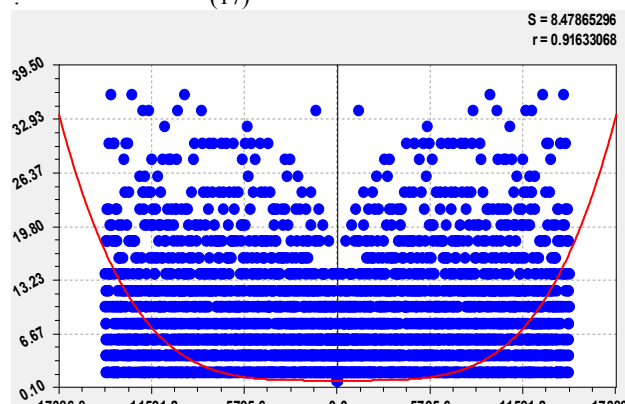
Построим эту закономерность и на других степенях (рис. 15):

$$P_{Z20} = 1 + 2,85253 P_{Z20}^4 ; \quad (16)$$

$$P_{Z1700} = 1 + 3,55170 \cdot 10^{-16} P_{Z1700}^4 . \quad (17)$$



ряд из 20 пар целых простых чисел



ряд из 1700 пар целых простых чисел

Рис. 15. Четвертичная зависимость прироста от целых простых чисел при различных количествах пар ЦПЧ

Адекватность формул (16) и (17) значительно повысилась.

Тогда получается, что Гаусс не совсем был прав, принимая для аппроксимации симметричных (нормальных) распределений квадратичную форму.

Четвертая степень распределения куда интереснее. Шестая степень у численности из 20 пар не получается, а восьмая степень дает коэффициент корреляции более 1 (то есть неверная статистическая закономерность).

Поэтому для достаточно мощных по численности членов симметричных рядов ЦПЧ подходит (рис. 16) статистическая модель

$$P_{Z1700} = 1 + 1,76737 \cdot 10^{-24} P_{Z1700}^6 . \quad (18)$$

Поэтому может оказаться, что четная степень будет нарастать с ростом мощности ряда целых простых чисел.

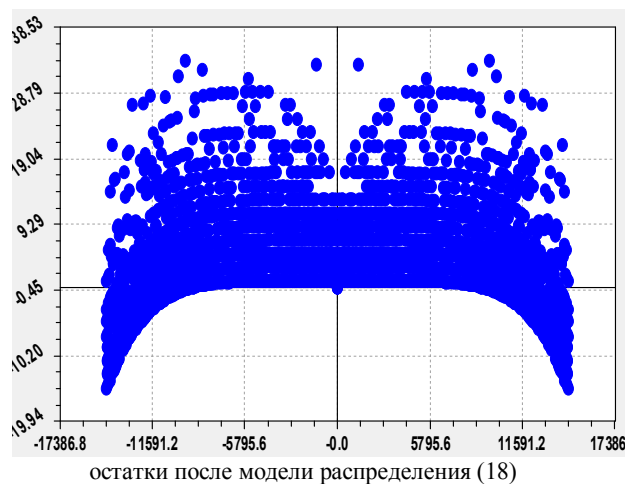
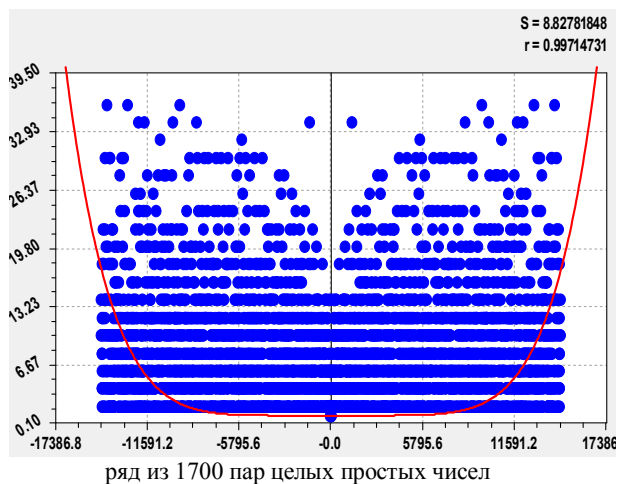


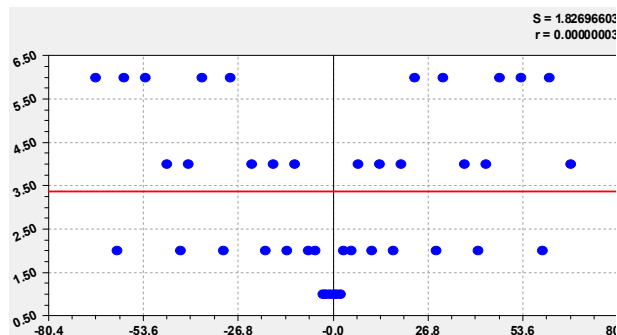
Рис. 16. Шестеричная зависимость прироста от целых простых чисел при количестве 1700 пар целых простых чисел

Однако такую гипотезу можно будет проверить только на суперкомпьютере со специальной программной средой, позволяющей рассматривать и другие варианты закономерностей, кроме формулы (18).

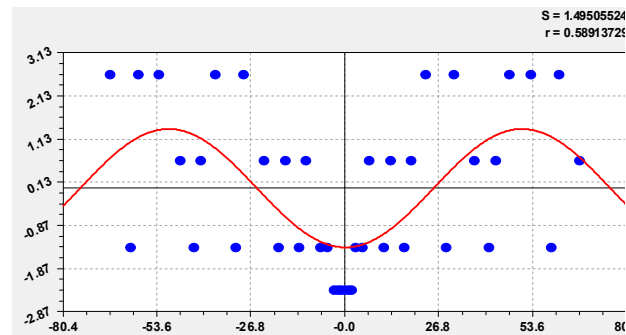
Число 6 в степени формулы (18) символическое, его можно интерпретировать как два векторных направления (+ и -) по трем осям пространства [1].

Волновая структура прироста по рядам ЦПЧ

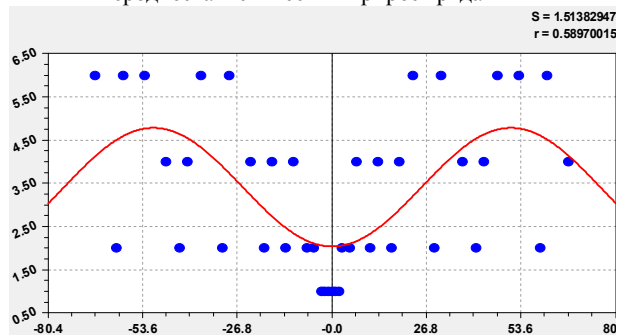
Для наглядности берем только 20 пар целых простых чисел. Последовательность регулярных волн приведена на рисунках 17 и 18.



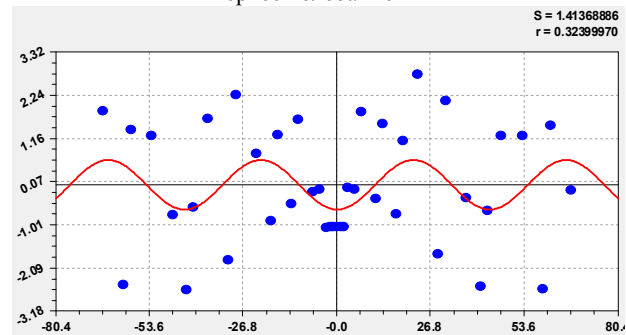
среднестатистический прирост ряда



первое колебание



две составляющие вместе



второе колебание

Рис. 17. Последовательность идентификации первых гармоник прироста 20 пар ЦПЧ

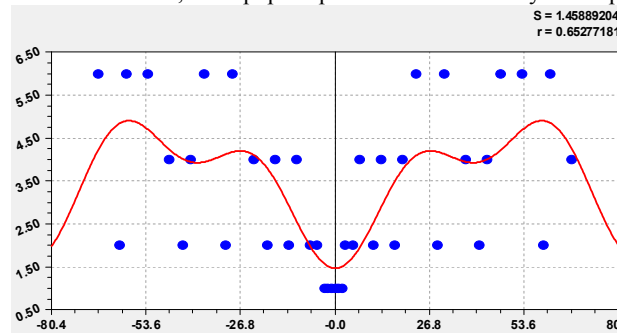
Индуктивно можем записать общую формулу множества гармоник

$$p_Z = a_0 + \sum_{k=1}^m b_k \cos(\pi P_Z / c_k) \quad (19)$$

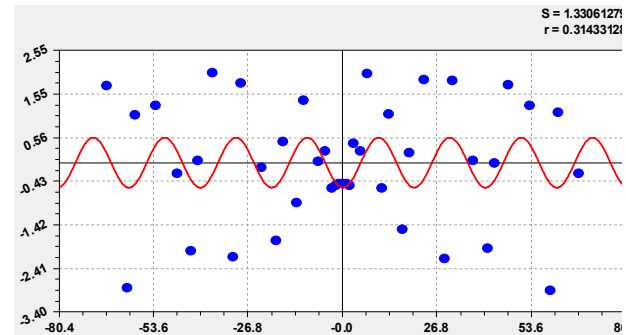
Если бы удалось выявить однозначную статистическую модель, то она стала бы генератором ряда целых простых чисел.

Новыми составляющими в виде колебаний график общей волновой функции усложняется (рис. 18).

Пока можем сказать, что прирост равен бесконечной сумме гармоник.



три составляющие вместе



третье колебание

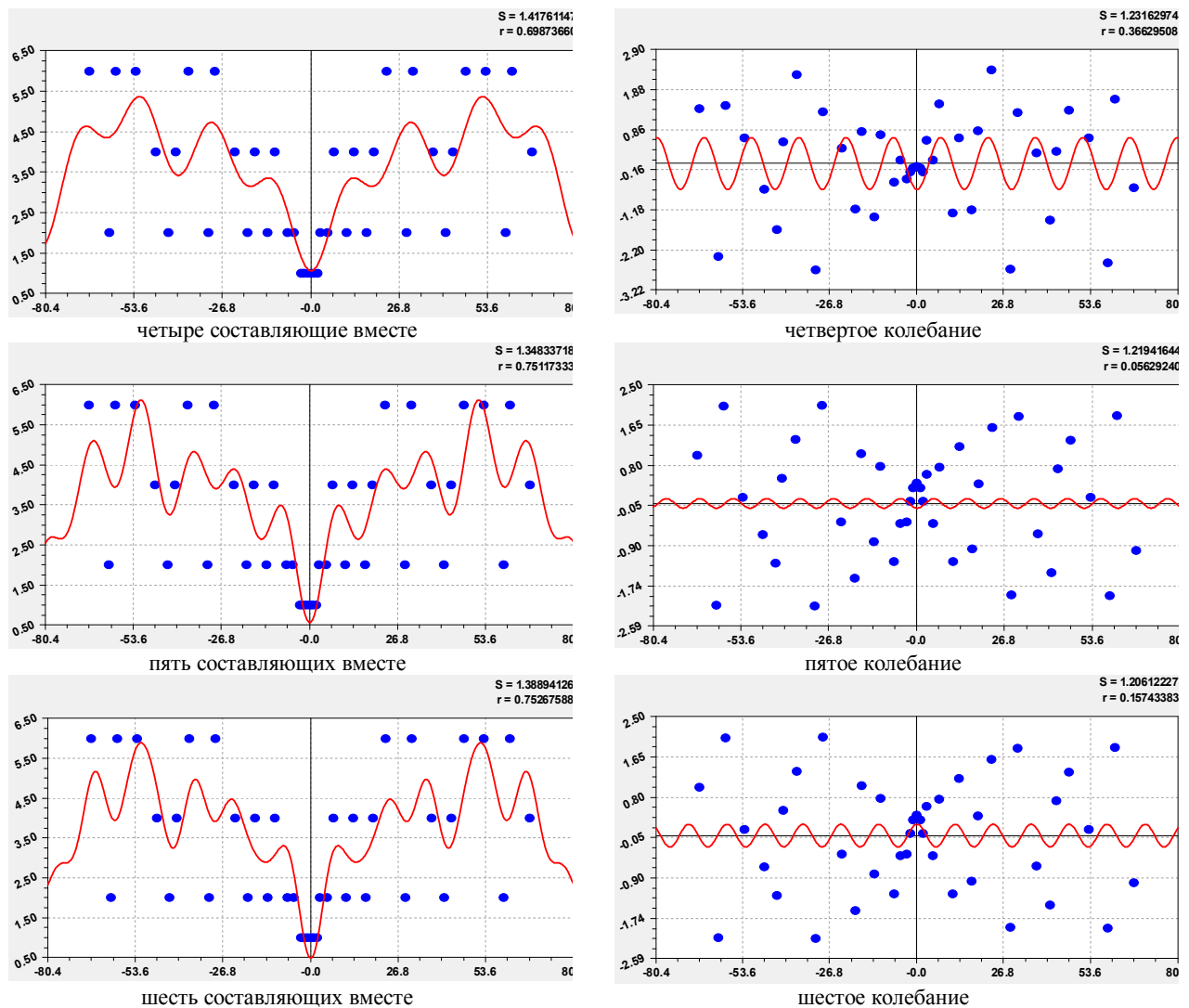


Рис. 18. Продолжение последовательности гармоник прироста в ряду из 20 пар ЦПЧ

Предыдущие пять колебаний были с отрицательным знаком (кризисная волновая адаптация), а шестое колебание по рисунку 6.19 и последующие гармоники стали положительными.

На рисунке 19 показан график после 10 составляющих (предел программной среды CurveExpert-1.40 с 19 параметрами модели) по уравнению

$$\begin{aligned}
 p_{Z20} = & 3,60197 - 1,34138 \cos(\pi P_{Z20} / 44,14285) - \\
 & - 0,82253 \cos(\pi P_{Z20} / 19,11174) - \\
 & - 1,63673 \cos(\pi P_{Z20} / 9,48419) - 0,61835 \cos(\pi P_{Z20} / 7,47020) - \\
 & - 0,22577 \cos(\pi P_{Z20} / 5,09709) + \\
 & + 0,26816 \cos(\pi P_{Z20} / 6,03966) + 0,18889 \cos(\pi P_{Z20} / 3,81345) + \\
 & + 0,12853 \cos(\pi P_{Z20} / 9,26789) + 0,28393 \cos(\pi P_{Z20} / 16,10236)
 \end{aligned} \quad (20)$$

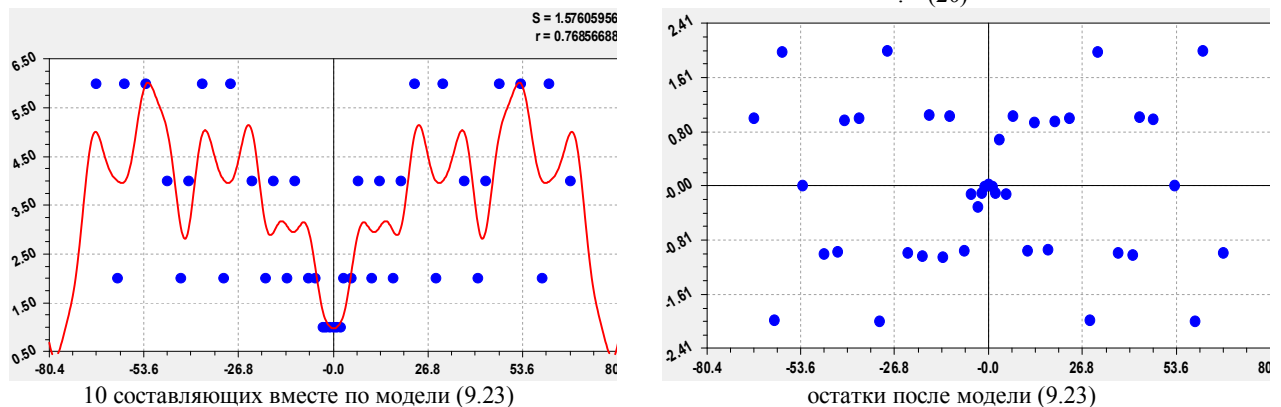


Рис. 19. График функции из девяти гармоник прироста в ряду из 20 пар ЦПЧ

Из остатков на рисунке 19 видно, что ядро центра симметрии как бы стягивает с двух сторон по шкале целых чисел значения приростов у всего ряда некритичных простых чисел. При этом стягивание по полюсам или рукавам происходит асимметрично, но постепенно всё возрастающее количество точек прироста сжимается по амплитуде колебаний вокруг центра симметрии всего конечного ряда целых простых чисел.

Выводы

На основе статистического моделирования рядов целых простых чисел получили **фундаментальный закон прироста** на критичной линии Римана в виде уравнения

$$z_2^p = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos\left(\frac{\pi}{2} p_Z\right),$$

где z_2^p - двоичное число, вещественно изменяющееся от 0 до 1 на второй вертикали матрицы двоичного разложения целых простых чисел,

p_Z - прирост целого простого числа, представляемого физически как ступеньки лестницы Гаусса-Римана, располагающиеся вдоль оси ЦПЧ

Z - ось абсцисс целых чисел, ранг ЦПЧ от $-\infty$ до $+\infty$,

$1/2$ - действительный корень дзета-функции Римана, встречающийся три раза в этой формуле.

Вычислительные эксперименты показали, что трудоемкость моделирования простых чисел ускоренно возрастает с увеличением численности членов ряда. Наилучшим факторным отношением становится влияние простого числа на свой прирост. Прирост нарастает гораздо медленнее самого простого числа. И эта особенность ряда прироста дает практическую возможность наглядного анализа до 100000 простых чисел и более.

Нетривиальные нули имеются и в других разрядах двоичной системы счисления прироста простых чисел, причем вдоль ряда простых чисел они расположены попеременно с тривиальными нулями.

Первые граничные единицы образуют асимптотическую ломаную линию, левее которой находятся только тривиальные нули. Репера образуют в матрице двоичного представления прироста отдельные блоки. Даже в массиве из 100 000 простых чисел их немного, всего пять. На ступенчатой матрице двоичного представления прироста репер располагается в левом верхнем углу

каждого блока. Применение реперов гораздо компактнее известного математикам отношения $x/\pi(x)$.

Первичный прирост – третий показатель (первый – критическая линия $1/2$, второй - репера), дающий картину роста прироста у ряда простых чисел. Он показывает последовательность прироста по росту значений с учетом его положения в ряду прироста простых чисел. Причем первичный прирост, по нарастающим простым числам, расположен нерегулярно, например, первичный прирост 14 появляется после 8 и раньше значений 10 и 12.

Приросты правее асимптотической линии имеют нетривиальные нули. Поэтому учитывается **волновая огибающая линия**, которая в разных местах касается критичной линии $i_2 = 2$. Это – четвертый параметр ряда прироста простых чисел. Огибающая имеет вид ступенчатой линии.

Критичная линия Римана на второй вертикали матрицы двоичного счисления прироста была проверена на рядах из 500, 3000 и 100000 простых чисел. В любой выборке приростов простых чисел разной численности соблюдается закон критической линии Римана.

В формуле критичной линии содержится иррациональное число $\pi = 3,14159...$, то есть фундаментальная физическая постоянная пространства (число Архимеда). Закон критичной линии не угрожает криптографии.

Литература

1. Герштейн С.С., Логунов А.А., Мествиришвили М.А. Гравитационные волны в релятивистской теории гравитации // Теоретическая и математическая физика, 2009, 160: 2, 270-275. URL: tmf6397.pdf.
2. Мазуркин П.М. Биотехнический закон и конструирование адекватных моделей // Успехи современного естествознания. 2009. № 9. С.125-129.
3. Мазуркин П.М. Биотехнический закон, эвритм и алгоритм поиска параметров // Успехи современного естествознания. 009. № 9. С.88-92.
4. Мазуркин П.М. Биотехнический принцип в статистическом моделировании // Успехи современного естествознания. 2009. № 9. С.107-111.
5. Мазуркин П.М. Блоки целых простых чисел // X Международная научно-практическая конференция «Научное обозрение физико-математических и технических наук в XXI веке». Ежемесячный научный журнал «Prospero». №5. 2014. С. 23-34.
6. Мазуркин П.М. Прирост простых чисел // Современные наукоемкие технологии. 2012. № 10. С.31-39.
7. Мазуркин П.М. Прирост у целых простых чисел // Сборник научных трудов SWorld. Выпуск 3. Том 4. Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2013. ЦИТ: 313-0468. С.43-48.
8. Цагир Д. Первые 50 миллионов простых чисел. URL: <http://www.egamath.narod.ru/Liv/Zagier.htm>.
9. Mazurkin P.M., "Wavelet Analysis of a Number of Prime Numbers." *American Journal of Numerical Analysis*, vol. 2, no. 2 (2014): 29-34. doi: 10.12691/ajna-2-2-1.
10. Vera W. de Spinadel. From the Golden Mean to Chaos. Nueva Libreria, 1998 (second edition, Nobuko, 2004).

References

1. Gerstein S.S, Logunov A.A, Mestvirishvili M.A. Gravitational waves in the relativistic theory of gravitation // Theoretical and Mathematical Physics, 2009, 160: 2, 270-275. URL: tmf6397.pdf.
2. Mazurkin P.M. Biotechnical law and construction of adequate models // Successes contemporary science. 2009. № 9. P.125-129.
3. Mazurkin P.M. Biotechnical law evoritm and search algorithm parameters // Successes contemporary science. 2009. № 9. P.88-92.
4. Mazurkin P.M. Biotechnical principle in statistical modeling // Successes contemporary science. 2009. № 9. P.107-111.
5. Mazurkin P.M. integer blocks of prime numbers // X-International on scientific and practical conference "Scientific Review of physical and mathematical sciences and engineering in the XXI century." Monthly scientific journal «Prospero». №5. 2014. P.23-34.
6. Mazurkin P.M. Gain primes // Modern high technologies. 2012. № 10. P.31-39.
7. Mazurkin P.M. Growth in whole primes // Collection of scientific works SWorld. Issue 3. Volume 4. Odessa: Kuprienko NE, 2013. CIT: 313-0468. P.43-48.
8. D. Zagier. First 50 million primes. URL: <http://www.egamath.narod.ru/Liv/Zagier.htm>.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Аннотация

В работе получено аналитическое решение задачи о нелинейном колебании эллиптического маятника методом частичной дискретизации нелинейных уравнений. Полученное решение сравнивается с решением задачи, соответствующего малым колебаниям, описываемой системой линейных уравнений.

Ключевые слова: маятник, нелинейные уравнения, колебания

Sarbasov Y.K.¹, Shagatayeva Z.E.²

¹Candidate of Technical Sciences, ² Master of education, Zhetysay State University named after I. Zhansugurov, Republic of Kazakhstan

ANALYTICAL SOLUTION OF THE NONLINEAR EQUATION OF THE ELLIPTIC PENDULUM

Abstract

In work the analytical solution of a task on nonlinear fluctuation of an elliptic pendulum is received by method of partial sampling of the nonlinear equations. The received decision is compared to the solution of a task, corresponding to small fluctuations, the described system of the linear equations.

Keywords: pendulum, nonlinear equations, fluctuations

Система имеет две степени свободы. В качестве независимых координат возьмем абциссы x центра тяжести тела $M1$ и угол отклонения стержня от вертикали. Изучим закономерность нелинейного отклонения тела $M2$, принимаемого за материальную точку.

Нелинейное уравнение движения эллиптического маятника имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left[\frac{p_1 + p_2}{g} \dot{x}(t) + \frac{p_2 l}{g} \dot{\varphi}(t) \cos \varphi(t) \right] &= 0 \\ \frac{p_2 l^2}{g} \ddot{\varphi}(t) + \frac{p_2 l}{g} \ddot{x}(t) \cos \varphi(t) &= -p_2 l \cdot \sin \varphi(t) \end{aligned} \quad (1)$$

Ниже решим следующую задачу

$$\begin{aligned} (p_1 + p_2) \ddot{x}(t) + p_2 l \ddot{\varphi}(t) \cdot \cos(\varphi(t)) &= D \\ l \ddot{\varphi}(t) + \ddot{x}(t) \cos(\varphi(t)) &= \frac{g}{l} \sin(\varphi(t)) \end{aligned} \quad (2)$$

Для малых углов отклонения φ справедливы следующие уравнения

$$\frac{1}{l} \ddot{x}(t) = -\alpha \cdot \ddot{\varphi}(t), \quad \ddot{\varphi}(t) + \frac{1}{\alpha} \varphi(t) = 0, \quad \alpha = \frac{p_2}{p_1 + p_2}$$

Начальные условия

$$x(0) = 0, \quad \dot{x}(0) = 0, \quad \varphi(0) = \varphi_0, \quad \dot{\varphi}(0) = 0$$

Из уравнений (2) имеем

$$\ddot{x}(t) = -\frac{p_2 l}{p_1 + p_2} (\ddot{\varphi}(t) \cos(\varphi(t)) + \dot{\varphi}^2(t) \cdot \sin(\varphi(t))) \quad (3)$$

$$\ddot{\varphi}(t) - \frac{p_2 \sin(\varphi(t)) \cos(\varphi(t))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t))} \dot{\varphi}^2(t) = \frac{g}{l^2} \sin(\varphi(t)) \cdot \frac{p_1 + p_2}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t))} \quad (4)$$

Частичная дискретизация [1-4] в классе обобщенных функций дает

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi}(t) &= \frac{1}{2} \sum (t_k + t_{k+1}) \left[\left(\frac{g}{l^2} \sin(\varphi(t_k)) \cdot \frac{p_1 + p_2}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_k))} + \frac{p_2 \sin(\varphi(t_k)) \cos(\varphi(t_k))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_k))} \dot{\varphi}^2(t_k) \right) \delta(t - t_k) - \right. \\ &\left. \left(\frac{g}{l^2} \sin(\varphi(t_{k+1})) \cdot \frac{p_1 + p_2}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_{k+1}))} + \frac{p_2 \sin(\varphi(t_{k+1})) \cos(\varphi(t_{k+1}))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_{k+1}))} \dot{\varphi}^2(t_{k+1}) \right) \delta(t - t_{k+1}) \right] \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \dot{\varphi}(t) &= \frac{1}{2l^2} \sum (t_k + t_{k+1}) \left[\left(g \sin(\varphi(t_k)) \cdot \frac{p_1 + p_2}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_k))} + \frac{p_2 \cdot l^2 \sin(\varphi(t_k)) \cos(\varphi(t_k))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_k))} \dot{\varphi}^2(t_k) \right) H(t - t_k) - \right. \\ &\left. \left(\frac{g}{l^2} \sin(\varphi(t_{k+1})) \cdot \frac{p_1 + p_2}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_{k+1}))} + \frac{p_2 \sin(\varphi(t_{k+1})) \cos(\varphi(t_{k+1}))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_{k+1}))} \dot{\varphi}^2(t_{k+1}) \right) H(t - t_{k+1}) \right] + C_1 \end{aligned} \quad (6)$$

Общее решение (5) будет иметь вид

$$\begin{aligned} \varphi(t) = & \frac{1}{2l^2} \sum (t_k + t_{k+1}) \left[\left(g \sin(\varphi(t_k)) \cdot \frac{p_1 + p_2}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_k))} + \frac{p_2 \cdot l^2 \sin(\varphi(t_k)) \cos(\varphi(t_k))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_k))} \dot{\varphi}^2(t_k) \right) (t - t_k) H(t - t_k) - \right. \\ & \left. \left(\frac{g}{l^2} \sin(\varphi(t_{k+1})) \cdot \frac{p_1 + p_2}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_{k+1}))} + \frac{p_2 \sin(\varphi(t_{k+1})) \cos(\varphi(t_{k+1}))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_{k+1}))} \dot{\varphi}^2(t_{k+1}) \right) (t - t_{k+1}) H(t - t_{k+1}) \right] + C_1 t + C_2 \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом решение задачи (1), (3) представляется в виде

$$\varphi(t_1) = \varphi_0 \quad (9)$$

$$\varphi(t_2) = \varphi_0 + \frac{1}{2l^2} (t_1 + t_2) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_1)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_1) \sin(\varphi(t_1)) \cos(\varphi(t_1))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_1))} \right) (t - t_1) \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \varphi(t_3) = & \varphi_0 + \frac{1}{2l^2} \left[(t_1 + t_2) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_1)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_1) \sin(\varphi(t_1)) \cos(\varphi(t_1))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_1))} \right) (t - t_1) + \right. \\ & \left. + (t_3 - t_1) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_2)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_2) \sin(\varphi(t_2)) \cos(\varphi(t_2))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_2))} \right) (t - t_2) \right] \end{aligned} \quad (11)$$

Используя метод математической индукции получая

$$\begin{aligned} \varphi(t_k) = & \varphi_0 + \frac{1}{2l^2} \left[(t_1 + t_2) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_1)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_1) \sin(\varphi(t_1)) \cos(\varphi(t_1))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_1))} \right) (t - t_1) + \right. \\ & \left. + \sum_{i=2}^{k-1} (t_{i+1} - t_{i-1}) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_i)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_i) \sin(\varphi(t_i)) \cos(\varphi(t_i))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_i))} \right) (t - t_i) \right] \end{aligned} \quad (12)$$

где

$$\dot{\varphi}(t_1) = 0 \quad (13)$$

$$\dot{\varphi}(t_2) = \frac{1}{2l^2} (t_1 + t_2) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_1)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_1) \sin(\varphi(t_1)) \cos(\varphi(t_1))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_1))} \right) \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \dot{\varphi}(t_3) = & \frac{1}{2l^2} \left[(t_1 + t_2) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_1)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_1) \sin(\varphi(t_1)) \cos(\varphi(t_1))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_1))} \right) + \right. \\ & \left. + (t_3 - t_1) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_2)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_2) \sin(\varphi(t_2)) \cos(\varphi(t_2))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_2))} \right) \right] \end{aligned} \quad (15)$$

Методом математической индукции запишем выражение для

$$\begin{aligned} \dot{\varphi}(t_k) = & \frac{1}{2l^2} \left[(t_1 + t_2) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_1)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_1) \sin(\varphi(t_1)) \cos(\varphi(t_1))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_1))} \right) + \right. \\ & \left. + \sum_{i=2}^{k-1} (t_{i+1} - t_{i-1}) \left(\frac{(p_1 + p_2) g \sin(\varphi(t_i)) + p_2 \cdot l^2 \dot{\varphi}^2(t_i) \sin(\varphi(t_i)) \cos(\varphi(t_i))}{p_1 + p_2 \cdot \sin^2(\varphi(t_i))} \right) \right] \end{aligned} \quad (16)$$

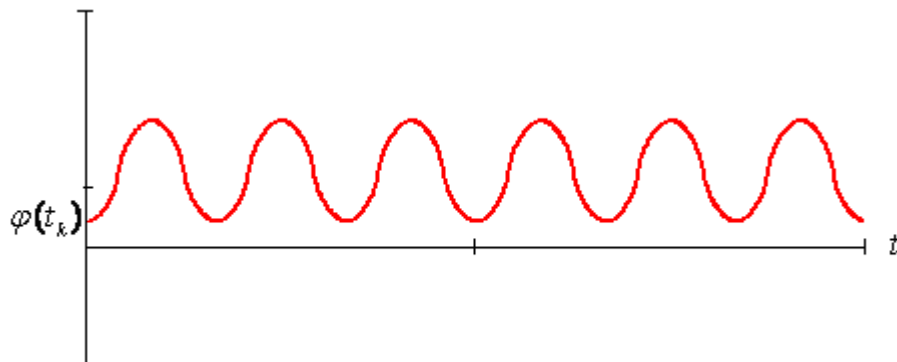


Рис.1 Колебание эллиптического маятника

Анализ полученного решения показывает, что система совершает установившееся колебание.

Литература

1. Тюреходжаев А.Н., Шагатаева З.Е. Квазистатический гистерезис одномерной разномодульной системы с контактным сухим трением. Международный конгресс «Механика и трибология транспортных систем 2003». Ростов-на-Дону.
2. Тюреходжаев А.Н., Шагатаева З.Е. О свободном колебании нелинейной разномодульной системы с контактным сухим трением. Вестник КазНТУ №1. Алматы. 2004.
3. Тюреходжаев А.Н., Султаналиева Р.М., Шагатаева З.Е. Резонансное колебание разномодульной системы с контактным сухим трением. Международный научно-технический юбилейный симпозиум «Образование через науку», посвященный 50-летию ФПИ-КТУ им. И.Раззакова. Бишкек, 2004.
4. А.Н.Тюреходжаев, А.Г.Ибраев, М.Ж.Сергазиев, Шагатаева З.Е. Распространение волн в механических системах с нелинейным механизмом диссипации энергии. Международная конференция «Дифференциальные уравнения, теория функции и приложения», посвященная 100-летию со дня рождения академика И.Н.Векуа Новосибирск, 2007г.

References

1. Tyurekhodzhaev A.N., Shagatayeva Z.Y. Quasistatic hysteresis of one-dimensional differently the modular system with contact dry friction. International congress "Mechanics and tribology of transport systems 2003". Rostov-on-Don.
2. Tyurekhodzhaev A.N., Shagatayeva Z.Y. About free fluctuation of nonlinear differently the modular system with contact dry friction. Messenger of KAZNTU No. 1. Almaty. 2004.
3. Tyurekhodzhaev A.N., Sultanaliyeva R. M., Shagatayev Z.Y. Resonant fluctuation of differently the modular system with contact dry friction. The international scientific and technical anniversary symposium "Education through science", FPI-KTU devoted to the 50 anniversary of I. Razzakov. Bishkek, 2004.
4. A. N. Tyurekhodzhaev, A. G. Ibrayev, M. Zh. Sergaziyev, Shagatayeva Z.Y. Distribution of waves in mechanical systems with the nonlinear mechanism of dissipation of energy. The international conference "Differential Equations, Theory of Function and Appendix" devoted to the 100 anniversary since the birth of the academician I. N. Vekua Novosibirsk, 2007.

Черных А.А.

Студент, НИ Томский политехнический университет

ПОДКЛЮЧЕНИЕ GPS К МК, РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДВИЖЕНИЯ РОБОТА ПО GPS

Аннотация

В данной работе описано подключение GPS модуля к микроконтроллеру. Составление алгоритма движения робота по GPS координатам траекторией "Гауссом".

Ключевые слова: микроконтроллер, GPS модуль, алгоритм.

Chernykh A.A.

Student, Tomsk Polytechnic University

PS RECEIVER TO MICROCONTROLLER CONNECTION, DEVELOPMENT MOVEMENT ALGORITHMS OF THE ROBOT USING GPS

Abstract

This article describes a connection of GPS module to a microcontroller. Designing a "Gauss-trajectory" robot movement algorithm using GPS coordinates.

Keywords: microcontroller, GPS module, algorithm

Введение

Робототехника с каждым днём приобретает всё большую роль в производственной деятельности и жизни человеческого общества.

Одной из основных задач в робототехнике является позиционирование и навигация робота в пространстве.

Существуют различные вездеходы, аппараты на воздушных подушках. Управляются они человеком. Для автономного управления таких платформ необходима система навигации.

Система навигации и позиционирования робота является первостепенной задачей. На сегодняшний день существует множество роботов (военных, уборочных, промышленных), которые имеют такую систему.

Для выполнения роботом действий и решения большинства задач (уборка, перемещение грузов, движение по маршруту и пр.) ему необходимо ориентироваться в пространстве, поэтому задача навигации и позиционирования является актуальной, так как он должен определять свое положение для дальнейших действий.

Подключение GPS к МК

Первоначальным этапом необходимо настроить GPS модуль для передачи координат на микроконтроллер и отделением нужной информации для ее дальнейшего применения в программировании по алгоритму движения робота, так как сам модуль передает на МК различные данные. Был выбран GPS модуль u-blox 6m.

Для передачи GPS координат на микроконтроллер используют NMEA 0183 протокол.

Была собрана схема подключения (рис.1) GPS к микроконтроллеру и написана программа на языке C++. Использовался МК ATmega 328, GPS u-blox 6.

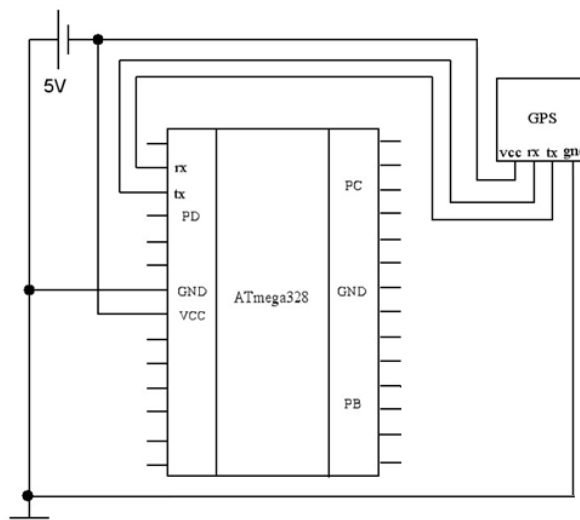


Рис.1 – Электрическая принципиальная схема подключения GPS к AVR МК

Каждая компания или фирма, которая проектирует и конструирует роботов, использует определенный набор средств, позволяющий решать задачу позиционирования в определенных условиях.

Для этого подбирается управляющий узел (микроконтроллер, ЭВМ) и набор датчиков и модулей. На рынке представлено множество готовых модулей, которые напрямую подключаются к микроконтроллеру, что существенно облегчает задачу разработки устройства.

Как правило, конструктивные особенности роботов для решения тех или иных задач накладывают ряд ограничений. Это может быть разная реализация поворотного механизма. Различные габариты платформы и мощность двигателей, скорость движения, маневренность, рабочая среда и т.д.

Поэтому разработчики берут в расчет конструктивные особенности и применяют уже конкретные модули для решения поставленных задач.

Алгоритм движения робота по прямой траектории с GPS данных

В качестве одного из вариантов траектории движения – “Гауссом” (работа комбайна на поле).

1. Устанавливаем робота вручную в нужном нам направлении для прохождения заданной нами траектории (длина прямого участка траектории гауссом, и количество таких участков).
2. По цифровому компасу будет определено и передано на МК направление в статике, а также глобальные координаты по GPS.

3. Зная вектор между текущей точкой и конечной, а также вектор текущего движения робота, можно корректировать движение робота при отклонении от заданной траектории:

- Вычисляем вектор текущего направления (куда робот едет в данный момент)
- Вычисляем вектор от робота к нужной точке. Этот вектор разворачиваем на 90 градусов.

• Тогда при параллельности, а следовательно и истинности направления движения, скалярное произведение вектора текущего направления и вектора от робота до конечной точки будет равно нулю. Управляющее воздействие не подаем на рулевой механизм.

• При отклонениях траектории скалярное произведение будет в пределах от -1 до 1. Так как вектор от робота к нужной точке развернули на 90 градусов, то при отклонении робота вправо результирующий угол между векторами будет $(90^\circ + \alpha)$. То есть скалярное произведение будет отрицательным, и как следствие при значении скалярного произведения от -1 до 0 нужно подворачивать влево. И наоборот, со значениями скалярного произведения векторов от 0 до 1, подворачивать вправо.

• В зависимости от значения подаем управляющее воздействие на поворотный механизм. Изменяем скважность сигнала ШИМ, подавая его на сервопривод, пропорционально отклонению. Чем больше значение по модулю, тем больше управляющее воздействие соответственно. От знака скалярного произведения зависит направления “поворота” (отрицательное – поворот влево, положительное – поворот вправо).

Заключение

В ходе данной работы был подключен GPS модуль к микроконтроллеру. Разработан алгоритм движения робота по GPS. В перспективе будет рассмотрена более сложная траектория с повышением точности позиционирования.

Литература

1. Блог: Arduino [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/> Режим доступа: свободный (дата обращения: 15.01.2015).
2. Datasheet на GPS модуль Ublox 6m.
3. Datasheet на микроконтроллер ATmega328.

References

1. Blog: Arduino [Elektronnyj resurs]. URL: <http://arduino.ru/> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 15.01.2015).
2. Datasheet na GPS modul' Ublox 6m.
3. Datasheet na mikrokontroller ATmega328.

Черных А.А.

Студент, НИ Томский политехнический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ СОПРЯЖЕНИЯ ДАТЧИКОВ С АНАЛОГОВЫМ ВЫХОДОМ С ПК И ДЕМОНСТРАЦИЕЙ В MATLAB

Аннотация

В данной работе будет описана организация сопряжения датчиков с компьютером. Большая группа датчиков – аналоговые, то есть датчики, вырабатывающие аналоговый сигнал, пропорционально изменению входной величины. Анализ и обработку полученных данных, а также контроль оборудования удобно производить на компьютере. Связь датчиков с ПК целесообразно осуществлять через микроконтроллер по UART интерфейсу с демонстрацией в программе Matlab.

Ключевые слова: микроконтроллер, аналоговый датчик, АЦП, UART интерфейс.

Chernykh A.A.

Student, Tomsk Polytechnic University

ORGANIZATION OF INTERFACE WITH SENSORS WITH ANALOG OUTPUT AND PERSONAL COMPUTER WITH DEMONSTRATION IN MATLAB

Abstract

This article describes a realization of sensor-computer interface. A large group of sensors are analog, i.e. sensors generating analog signals proportional to the change of input value. Data Analysis and processing as well as device control can be easily performed on a computer. Sensor and computer connection made through microcontroller using UART interface with demonstration in MatLab program.

Keywords: microcontroller, analog sensor, ADC, UART interface.

Введение

За последние годы в связи с заметным уменьшением природных ресурсов, тревожными глобальными изменениями климата и ростом численности населения Земли, роль автоматизации всё больше усиливается, а сферы её применения непрерывно расширяются.

На сегодняшний день практически не существует технических устройств, которые не содержат элементов автоматики – начиная от простых устройств, используемых в быту, и заканчивая сложнейшими промышленными установками.

Практически в каждой автоматической системе присутствуют различные сенсоры. Широко распространены датчики с аналоговым выходом. Для удобства обработки данных, а также для контроля производства с ПК требуется передача данных с установок на главный компьютер. В данной работе реализуется и тестируется один из таких вариантов.

Сборка и программирование устройства с передачей данных на ПК

Для сборки данного устройства была выбрана следующая элементная база: плата с микроконтроллером Atmega 16, макетная плата, резистор 5 Ком, соединительные провода, переходник USB – UART.

Собранная схема устройства представлена на рисунке 1. Потенциометр 5кОм, имитирующий датчик с аналоговым выходом, подключен к порту PA0 микроконтроллера для измерения напряжения.

Программа написана в среде Atmel Studio 6.0 на языке C++. Применялась следующая периферия, встроенная в МК: UART, АЦП, TIMER.

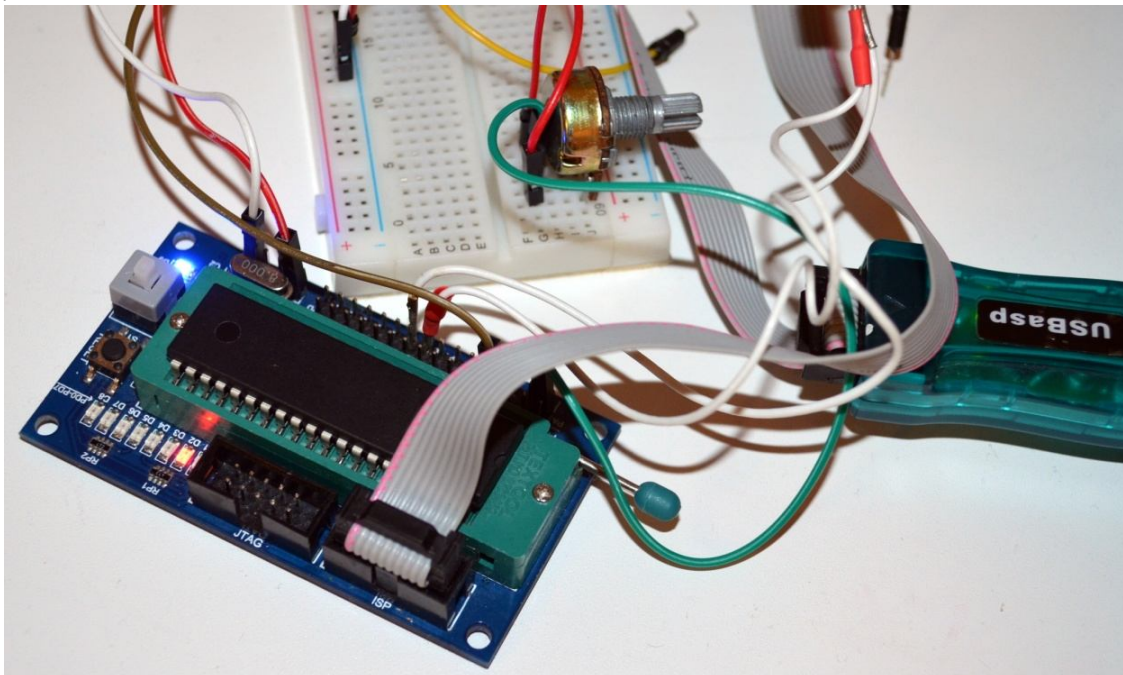


Рис.1 – Монтаж схемы

Настройки UART

Выходы микроконтроллера, используемые модулем UART, являются линиями порта PD. В качестве входа приемника (RXD) используют вывод PD0, а в качестве выхода передатчика (TXD) - вывод PD1.

Для корректной работы и своевременной передачи данных с МК на ПК необходимо настроить UART в МК. Один из основных регистров – UBRR. Его значение находится по формуле: $UBRR = \frac{F_{ck}}{16 \cdot BAUD} - 1$, где F_{ck} – тактовая частота микроконтроллера, $BAUD$ – скорость передачи данных МК модуля в бодах, 16 – для обычного асинхронного режима (8 – для ускоренного).

Также следует настроить следующие регистры:

$UCSRB = (1 \ll TXEN) | (1 \ll RXEN);$

Выставление данных битов в единицы разрешает прием и передачу данных.

Аналого-цифровой преобразователь

Аналого-цифровой преобразователь — устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код. В данной работе используется 10-битное АЦП.

Основные настройки:

Используется первый канал АЦП, а также в качестве референса – потенциал, поданный на вывод AVCC.

$ADMUX = 0x00 | (1 \ll ADLAR) | (1 \ll REFS0);$

Включаем АЦП и запускаем одиночное преобразование, включаем прерывание по окончании преобразования.

$ADCSRA = 0xCD;$

Вывод данных на ПК

Для вывода данных была использована математический пакет matlab. В COM – порт передаются данные с МК по интерфейсу UART. Была написана программа на обработку данных, и вывод значений напряжения с потенциометра в виде графика в реальном времени (Рис.2).

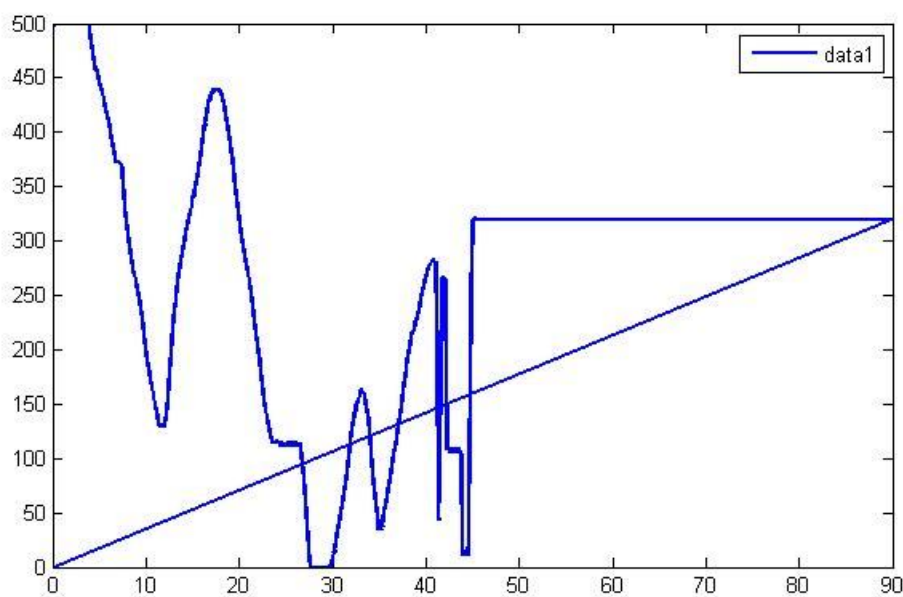


Рис.2 – График напряжения 0-5В от времени

Заключение

В результате проведенной работы было собрано устройство сопряжения датчиков с компьютером на основе UART интерфейса. Проведены лабораторные испытания, заменив датчик на потенциометр. Данные были выведены в виде графика от времени через математический пакет Matlab. При доработке ПО и аппаратной части, данное устройство возможно применять с разными датчиками для решения различных задач по анализу и мониторингу процессов в автоматических системах.

Литература

1. Электронная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org> Режим доступа: свободный (дата обращения: 05.01.2015).
2. Datasheet на микроконтроллер ATmega16.
3. Сайт: MathWorks – Центр компетенций [Электронный ресурс]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/> Режим доступа: свободный (дата обращения: 25.12.2014).

References

1. Jelektronnaja jenciklopedija [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://ru.wikipedia.org> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 05.01.2015).
2. Datasheet na mikrokontroller ATmega16.
3. Sajt: MathWorks – Centr kompetencij [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 25.12.2014).

Черных А.А.

Студент, НИ Томский политехнический университет

РАЗРАБОТКА СИЛОВОГО МОДУЛЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ СХЕМЫ Н-МОСТ

Аннотация

В данной работе будет описан расчет и сборка усилителя на основе биполярных транзисторов. Подбор элементной базы, которая соответствовала нагрузке, и обеспечивалась стабильная работа. Тестирование данного силового модуля под управлением МК Atmega16.

Ключевые слова: транзистор, эмиттер, база, коллектор, оптопара, гальваническая развязка, двигатель, микроконтроллер.

Chernykh A.A.

Student, Tomsk Polytechnic University

DEVELOPMENT OF DC-MOTOR CONTROL MODULE, BASED ON H-BRIDGE SCHEME

Abstract

This article describes the calculation and assembly of the amplifier based on bipolar transistors. Selection of new elements, which correspond to the load, and ensures stable operation. Testing of the power module running controlled by Atmega16 microcontroller.

Keywords: emitter, base, collector, opto-galvanic isolation, motor, microcontroller.

Введение

Усилитель является одним из основных узлов различной аппаратуры в устройствах автоматики, телемеханики, вычислительной и информационно-измерительной техники. Электронный усилитель - это устройство, преобразующее маломощный электрический сигнал на входе в сигнал большой мощности на выходе с минимальными искажениями формы.

Усиление мощности сигнала осуществляется за счет потребления усилителем энергии от источника питания.

Выбор структуры усилителя

Так как требуемый коэффициент усиления достигает нескольких сотен, то целесообразно составлять усилитель из нескольких простейших усилителей. Такие простейшие усилители называются усилительными каскадами.

Принцип работы и расчет силового модуля

Как правило, управление двигателем постоянного тока осуществляется изменением напряжения, подаваемого на концы обмотки якоря. Для реверсирования двигателя необходимо менять полярность этого напряжения. Для этого используется мостовая схема: Н-мост (драйверы двигателей), состоящая из четырех силовых ключей (в некоторых случаях 2х управляющих дополнительно) и управляющих элементов. Управляющий сигнал, подаваемый на силовую часть схемы, генерируется с помощью микроконтроллера. Для изменения напряжения (аналогового сигнала) используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Микроконтроллер генерирует ШИМ-сигнал с определенным коэффициентом заполнения (см. рис. 1).

Коэффициент заполнения определяет среднее значение напряжения, которое может составлять от 0 до 5В на выводе микроконтроллера, что соответствует 0..7,2В, подаваемым на обмотку якоря двигателя, а также необходимый ток, так как микроконтроллер подает очень маленький ток. На графике показаны сигналы с коэффициентом заполнения 0,25 и 4.

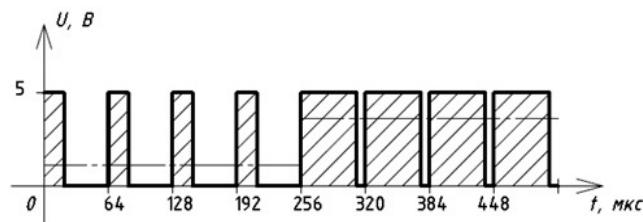


Рис.1 – ШИМ – сигнал

Пунктирная линия соответствует средним значениям напряжения – 1В и 4В соответственно. Коэффициент заполнения устанавливается с помощью установки значения регистра в AVR микроконтроллере ATmega16 – OCR1A1 (для 8-битного ШИМ, который используется для управления двигателем). Это позволяет установить 256 различных скоростей вращения электродвигателя. Значению OCR1A1 = 0 соответствует среднее напряжение на выводе OC1A 0В, значению OCR1A1 = 255 соответствует напряжение 5В. Частота ШИМ-сигнала составляет $4\,000\,000 / 256 = 15\,625$ Гц.

Силовая часть мостовой схемы приведена на рисунке 2. Она состоит из четырех силовых транзисторов, двух управляющих транзисторов, резисторов, ограничивающих базовые токи, шунтирующих диодов и гальванической развязки в виде двух оптопар. Питание Н-моста происходит от блока питания, подающего постоянное напряжение +7,2В относительно земли.

Рассчитываем параметры для маломощного ДПТ, потребляемого ток до 1А и напряжением 7,2В.

$$I_3 = I_4 = 1\text{A (max)}; \quad U_{\text{пит}} = 7,2\text{В}; \quad U_{\text{вх1}} = U_{\text{вх2}} = 5\text{В}$$

Максимальный коллекторный ток на силовых транзисторах (при пуске двигателя) составляет 2 А. Чтобы обеспечить переход транзисторов в режим насыщения, базовый ток должен быть не меньше:

$$I_1 = \frac{I_3}{h_{213}} = \frac{1}{15} = 0,067\text{А}, \text{ где } h_{213} \text{ для (VT1); } I_2 = I_1 = 0,067\text{А}$$

С учетом падения на переходах база-эмиттер напряжения 0,7В и разности потенциалов между коллектором и эмиттером управляющих транзисторов 1В, максимальные сопротивления в базовых цепях составят:

$$R_1 = \frac{(U_{\text{пит}} - U_{\text{бэ}}(VT_1) - U_{\text{кэ нас}}(VT_5) - U_{\text{бэ}}(VT_4))}{I_1} = \frac{(7,2 - 0,7 - 1 - 0,7)}{0,067} = 71,64 \text{ Ом}$$

$$R_1 = R_2 = 71,64 \text{ Ом}$$

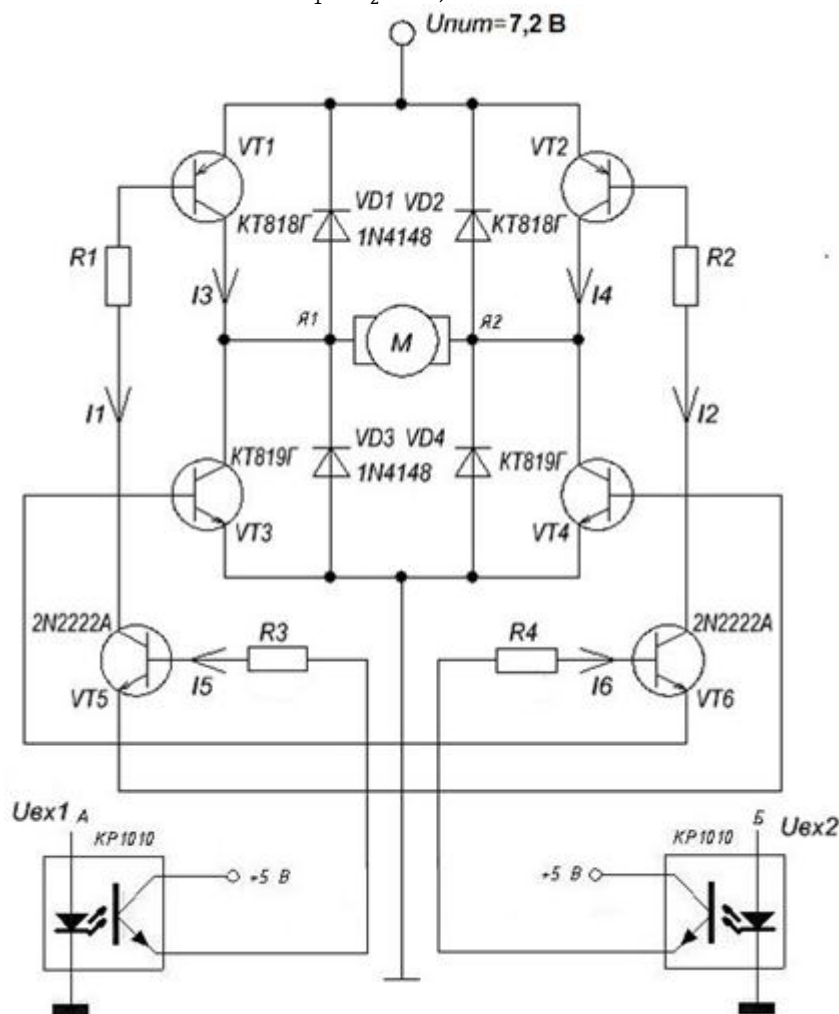


Рис.2 – Электрическая принципиальная схема силового модуля

Были выбраны сопротивления $R_1 = R_2 = 70 \text{ Ом}$. Таким образом, базовый ток составил:

$$I_1 = \frac{(U_{\text{пит}} - U_{\text{бэ}}(VT_1) - U_{\text{кэ нас}}(VT_5) - U_{\text{бэ}}(VT_4))}{70} = \frac{(7,2 - 0,7 - 1 - 0,7)}{70} = 0,069 \text{ А}$$

$$R_3 = \frac{(U_{\text{вх1}} - U_{\text{бэ}}(VT_5))}{I_5} = \frac{(5 - 0,7)}{0,00092} = 4,674 \text{ кОм}$$

Следовательно, максимально возможное сопротивление:

$$R_4 = R_3 = 4,674 \text{ кОм}$$

Для схемы берем сопротивления номиналом 1кОм.

Мощность, рассеиваемая на сопротивлениях, составит:

$$P_R = I_5 \cdot (U_{\text{пит}} - U_{\text{бэ}}(VT_1) - U_{\text{кэ нас}}(VT_5) - U_{\text{бэ}}(VT_4)) = 0,00092 \cdot 4,8 = 0,0044 \text{ Вт}$$

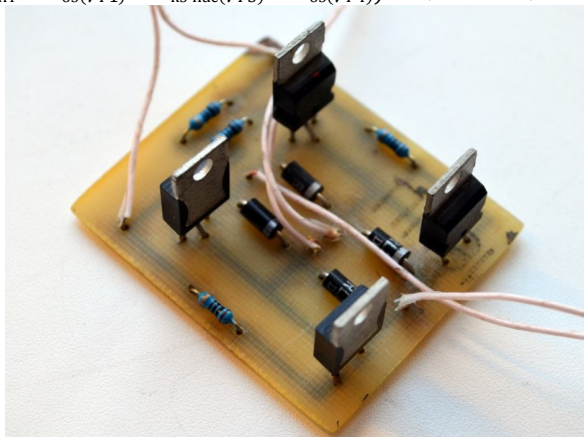


Рис.3 – Силовой модуль для ДПТ на биполярных транзисторах

Заключение

Был спаян упрощенный вариант схемы на четырех транзисторах без гальванической развязки (Рис.3) и протестирован на МК. Также подобраны транзисторы с запасом мощности согласно схеме, как показано на рисунке 2, для широкой применяемости модуля.

Литература

1. Datasheet на микроконтроллер ATmega16.

2. Биполярный транзистор, расчёт транзисторного каскада [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meanders.ru/tranzistors.shtml> Режим доступа: свободный (дата обращения: 07.01.2015)
3. ALL Transistor datasheet [Электронный ресурс]. URL: <http://alltransistors.com/> Режим доступа: свободный (дата обращения: 09.01.2015)

References

1. Datasheet na mikrokontroller ATmega16.
2. Bipoljarnyj tranzistor, raschjot tranzistornogo kaskada [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.meanders.ru/tranzistors.shtml> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 07.01.2015)
3. ALL Transistor datasheet [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://alltransistors.com/> Rezhim dostupa: svobodnyj (data obrashhenija: 09.01.2015)

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

Гильязова В. Р.¹, Орловская Н. Ф.²

¹Аспирант, ² профессор кафедры ТОГСМ, канд. хим. наук Сибирского федерального университета
МЕТОДЫ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЕССЕРИВАНИЯ В ПРИЛОЖЕНИИ К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ ЗАО «ВАНКОРНЕФТЬ».

Аннотация

Представлен метод окислительного обессеривания воздухом с последующей адсорбцией активным углем, разработанный в лабораторных условиях, изучен состав дизельного топлива и подобраны оптимальные условия окисления и адсорбции серосодержащих соединений для дизельного топлива производства ЗАО «Ванкорнефть».

Ключевые слова: окисление; исследование; адсорбция; дизельное топливо; требования; серосодержащие соединения; анализ; сравнение; рекомендации; предложения.

Gilyazova V. R.¹, Orlovskaya N. F.²

¹Graduate student, ² PhD (Chemistry), Prof. FSAEI HPE «Siberian Federal University», Oil and Gas Institute
METHODS OF OXIDATIVE DESULFURIZATION APPLIED TO DIESEL FUEL OF «VANKORNEFT» CJSC

Abstract

Method of oxidative desulfurization by air followed by adsorption with activated carbon, developed in the laboratory conditions is presented, the composition of diesel fuel is studied and optimal conditions of sulfur-containing compounds oxidation and adsorption are selected for diesel fuel of «Vankorneft» CJSC production.

Keywords: oxidation; study; adsorption; diesel fuel; requirements; sulfur-containing compounds; analysis; comparison; recommendations; suggestions.

Ванкорское нефтегазовое месторождение – крупнейшее из месторождений, открытых и введенных в эксплуатацию в России за последние двадцать пять лет. Цех выработки дизельного топлива, на территории которого расположена установка производства дизельного топлива, на которой получают дизельное топливо (далее – ДТ) по технологии атмосферной перегонки нефти, что крайне важно для обеспечения потребности в топливе огромные площади месторождения. ДТ прямогонное, нефть месторождения – малосернистая.

Улучшением аппаратуры, оптимизацией технологических процессов можно получить моторное топливо, удовлетворяющее требованиям технического регламента, а также обеспечить экологическую безопасность и повысить срок службы технологического оборудования и двигателей. Помощь в решении проблемы низкой экономической эффективности переработки могут дать высокотехнологичные мини-НПЗ.

Главным промышленным процессом, направленным на удаление серы является каталитическое гидрообессеривание, но такие технологии экономически не выгодны для мини-НПЗ [1]. Всё выше перечисленное мотивирует к поиску новых путей очистки углеводородного сырья от сернистых соединений и совершенствование существующих технологий процессов обессеривания. Окислительное обессеривание – это перспективный метод доведения моторных топлив до требований технического регламента.

Окислительную десульфуризацию можно проводить при комнатной температуре и атмосферном давлении, что позволяет существенно снизить стоимость процесса. В этом процессе тиофеновые соединения эффективно превращаются в сульфоны и/или сульфоксиды, которые можно впоследствии легко удалить обычными методами разделения, так как их свойства существенно отличаются от свойств углеводородов, составляющих основу нефтяных топлив. При этом значительной экономии можно добиться путем применения дешевых окислителей, таких как кислород воздуха, пероксид водорода, различные органические пероксиды и др [2].

Содержание серы в дизельном топливе ЗАО «Ванкорнефть» не превышает 350 мг/кг, что соответствует 3 экологическому классу (К3) согласно Технического Регламента Таможенного Союза, 1 виду по ГОСТ Р 52368-2005 Топливо дизельное Евро. Технические условия [3]. Для улучшения качества топлива до классов К4 и К5 по требованиям технического регламента необходимо снизить содержание серы до 50 и 10 мг/кг, соответственно.

Цель данной работы: Повышение экологических свойств дизельного топлива производства зао «ванкорнефть» различными методами.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

- получить представления о структуре серосодержащих соединений, входящих в состав дизельного топлива;
- подобрать оптимальные условия окисления сернистых соединений дизельных фракций и выбрать способ последующего удаления полярных продуктов окисления;
- определить содержание серы в исходном дизельном топливе и в топливе после окислительного обессеривания;
- провести экстракцию топлива серной кислотой с последующим определением содержания серы в топливе после экстракции;
- провести экстракцию топлива водным раствором щелочи с последующим определением содержания серы в топливе после экстракции.

Окислительное обессеривание топлива позволит снизить содержание серы в исходном топливе, так как осадки при окислении топлив образуются при участии серосодержащих соединений [7]. Полученные в результате окисления полярные продукты будут удалены методами адсорбции.

Согласно литературным данным [4], окисление способствует улучшению эксплуатационных свойств обессеренного ДТ. Окисленные дизельные фракции характеризуются улучшенными смазывающими и цетановыми свойствами вследствие образования в дистиллятных фракциях пероксидов, являющихся цетаноповышающими добавками, и кислородсодержащих соединений (вторичных продуктов окисления), обладающих повышенными смазывающими свойствами. Кроме этого, окисленное дизельное топливо характеризуется лучшей приемистостью к присадкам [4].

Для выделения и анализа серосодержащих соединений была проведена экстракция дизельной фракции серной кислотой, затем – рекстракция разбавленного сернокислотного экстракта диэтиловым эфиром. Образцы исследованы методом хроматомасс-спектрометрии с использованием хроматографа Agilent 6890, снабженного детектором селективных масс Agilent 5973 (70eV).

Анализ эфирного экстракта показал присутствие меркаптана (замещенного ароматического тиола), замещенных тиафенов, что показано на рисунке 1.

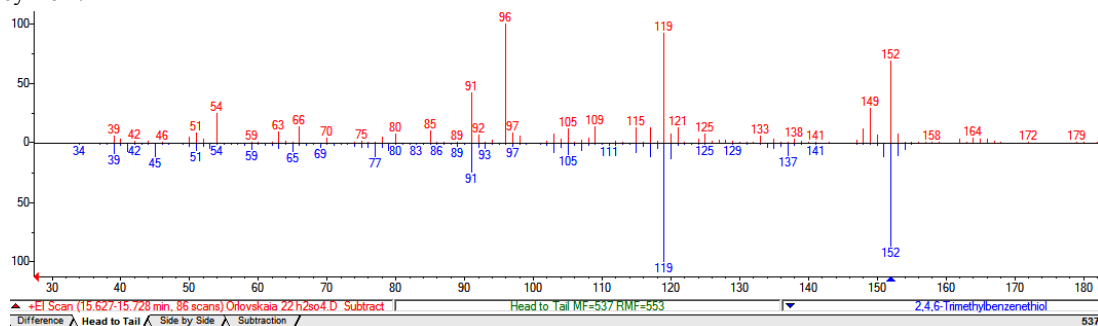


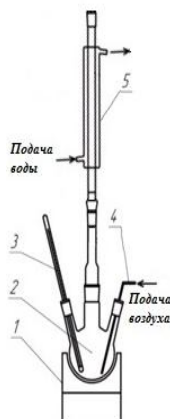
Рис. 1 – Хроматограмма экстракта дизельного топлива Ванкорского месторождения

Окисление 2,4,6 – триметилбензотиола, обнаруженного в ДТ ЗАО «Ванкорнефть», приведет к образованию химически менее активного дисульфида, что повысит качество ДТ.

Остальные серосодержащие соединения при окислении участвуют в образовании осадков, удаляются из топлива, что уменьшает содержание общей серы в нём.

Исходя из выше сказанного, наиболее оптимальными условиями для ДТ производства ЗАО «Ванкорнефть», на наш взгляд, являются окисление при повышенной температуре и последующая адсорбция на твёрдом сорбенте.

Окисление проводили кислородом воздуха в окислительной установке барботажного типа без катализатора при температуре 150°C в течение 5 часов (100 мл ДТ, расход воздуха 10 л/ч). Лабораторная установка барботажного типа представлена на рисунке 2.



1 – воздушный термостат; 2 – трехгорлая колба-куб; 3 – термометр; 4 – барботер; 5 – холодильник

Рис. 2 – Лабораторная окислительная установка барботажного типа

В процессе окисления большая часть серосодержащих соединений переходит в сульфоны и/или сульфоксиды и другие полярные соединения, что позволяет их успешно извлекать методами адсорбции.

Глубина удаления серосодержащих соединений путем адсорбции объясняется различной природой поверхностных активных центров используемых сорбентов, а также величиной их удельной поверхности. Адсорбцию проводили на угле активном древесном, отношение массы образца к массе сорбента 4:1 в течение 7 дней. Содержание серы, мг/кг, определяли методом ASTM D4294. «Стандартный метод определения серы в нефти и нефтепродуктах методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии».

Результаты исследований дизельного топлива ЗАО «Ванкорнефть» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание общей серы в дизельном топливе

№ пробы	Содержание серы, мг/кг	% удаления серы
ДТ ЗАО «Ванкорнефть»	215	-
ДТ + адсорбция	140	35
ДТ + окисление + адсорбция	98	55

Адсорбция на активированном угле позволила снизить содержание серы в исходном ДТ на 35%, а окислительное обессеривание топлива с последующей адсорбцией снизило содержание серы на 55%.

Исследования по установлению оптимального соотношения адсорбент/окисленный образец показали, что при одинаковых условиях окисления степень удаления серы растёт с увеличением количества использованного адсорбента на единицу массы окисленной фракции.

Литература

1. Е.Б. Кривцов, А.К. Головки. Превращения сернистых соединений дизельной фракции в процессах окислительного обессеривания // Материалы VII Международной конференции «Химия нефти и газа». Издательство Института оптики атмосферы СО РАН. Томск, 2009. С. 592-595.
2. Ma X., Zhou A., Song C. A novel method for oxidative desulfurization of liquid hydrocarbon fuels based on catalytic oxidation using molecular oxygen coupled with selective adsorption // Catal. Today 2007. v. 123. № 1-4. С. 276-284.
3. ГОСТ Р 52368-2005 Топливо дизельное Евро. Технические условия. Дата введ. 01.07.2006. М.: Стандартинформ, 2009. 17 с.
4. Томин В. П., Хомина Л.С., Старикова О.В., Апрелькова И.И., Микишев В.А. Поведение дизельных топлив с ультранизким содержанием серы в условиях нативного и инициированного окисления // Мир нефтепродуктов, 2011. № 9. С. 11-26.
5. Шупранов, Д.А. Методы контроля качества и повышение термоокислительной стабильности углеводородных топлив: автореферат дис. канд. техн. наук: 15.03.13: защищена 16.02.2012. Д. А. Шупранов; науч. рук. Н. Ф. Орловская; Сиб. федерал.ун-т. Красноярск, 2011. 21 с.
6. Ляпина Н.К. Химия и физикохимия сераорганических соединений нефтяных дистиллятов // М.: Наука, 1984. С. 9.
7. Г.Ф. Большаков. Влияние сераорганических соединений на эксплуатационные свойства нефтепродуктов и методы их исследования. // Сб. науч. тр. Томск, 1984. С. 67-93

References

1. E.B. Kryvtsov, A.K. Golovko. Conversion of sulfur compounds in diesel fraction of oxidative desulfurization processes // Proceedings of the VII International Conference "Chemistry of oil and gas." Publisher Institute of Atmospheric Optics. Tomsk, 2009. P. 592-595.
2. Ma X., Zhou A., Song S. A novel method for oxidative desulfurization of liquid hydrocarbon fuels based on catalytic oxidation using molecular oxygen coupled with selective adsorption // Catal. Today in 2007. v. 123. № 1-4. P. 276-284.
3. GOST R 54283-2010 Motor fuel. General specifications. Date entered. 01.07.2011. M. Standartinform, 2011. 5 p.
4. V.P. Tomin, L.S. Khomina, O.V. Starikova, V.A. Mikishev, I.I. Aprelkova. The behavior of diesel fuels with ultra low sulfur in native and initiated oxidation // World of petroleum products in 2011. № 9. P. 11-26.
5. D.A. Shupranov. Methods for quality control and improvement of thermal-oxidative stability of hydrocarbon fuels: author's thesis. PhD in Engineering: 15.03.13: 16.02.2012 successfully defend. D.A. Shupranov; thesis supervisor Nina F. Orlovskaya, The Institute of Petroleum and Natural Gas Engineering, Siberian Federal University. Krasnoyarsk, 2011. 21 p.
6. N.K. Lyapina. Chemistry and physical chemistry of organic sulfur compounds of petroleum distillates // M.: Science, 1984. P. 9.
7. G.F. Bolshakov. Effect of organosulfur compounds on performance properties of petroleum products and methods for their study. / Edited volume. Tomsk, 1984. P. 67-93.

Коган В.Е.¹, Шахпаронова Т.С.²

¹Доктор химических наук, профессор, ²кандидат химических наук, доцент Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ВЛИЯНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ХАРАКТЕР

ВЗАИМОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНЫХ ИОНОВ В СТЕКЛАХ СИСТЕМ $(\text{Me}', \text{Me}'')_2\text{O} - \text{SiO}_2$ ПО ДАННЫМ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация

В статье рассмотрены результаты спектроскопических исследований стекол систем $(\text{Me}', \text{Me}'')_2\text{O} - \text{SiO}_2$, проведенных методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и низкочастотной спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) для экспериментальной проверки влияния суммарного содержания оксидов щелочных металлов на характер взаимораспределения щелочных ионов. Полученные результаты являются экспериментальным подтверждением изменения характера распределения щелочных ионов в полищелочных силикатных стеклах по мере увеличения суммарного содержания оксидов щелочных металлов.

Ключевые слова: полищелочные силикатные стекла, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, низкочастотная спектроскопия комбинационного рассеяния, дифференциации структуры стекол по типу катиона щелочного металла, образование щелочносиликатных фрагментов структуры с различными щелочными ионами.

Kogan V.E.¹, Shakhparonova T.S.²

¹Doctor of Chemical Sciences, professor, ²PhD in Chemistry, associate professor National Mineral Resources University (University of Mines)

INFLUENCE OF THE TOTAL CONTENT OF OXIDES OF ALKALI METALS ON CHARACTER OF MUTUAL

DISTRIBUTION OF ALKALI IONS IN GLASSES OF SYSTEMS $(\text{Me}', \text{Me}'')_2\text{O} - \text{SiO}_2$ BY SPECTROSCOPIC DATA

Abstract

In the paper results of spectroscopic researches of the glasses of systems $(\text{Me}', \text{Me}'')_2\text{O} - \text{SiO}_2$ conducted by methods of X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and Raman spectroscopy for experimental check of influence of the total content of oxides of alkali metals on character of mutual distribution of alkali ions are considered. The received results are experimental confirmation of change of character of distribution of alkali ions in polyalkali silicate glasses in process of increase in the total content of oxides of alkali metals.

Keywords: polyalkali silicate glasses, x-ray photoelectron spectroscopy, Raman spectroscopy, differentiation of glass structure on type of alkali metal cation, the formation of alkali silicate structure fragments with heteronymic alkali ions.

Несмотря на большое количество работ по изучению полищелочного эффекта (ПЩЭ) в модельных стеклах систем $(\text{Me}', \text{Me}'')_2\text{O} - \text{SiO}_2$ [1], в литературе практически отсутствуют экспериментальные подтверждения влияния суммарной

концентрации оксидов щелочных металлов на характер взаимораспределения щелочных ионов, полученные структурными, в том числе спектроскопическими методами исследования. Об образовании смешанных (двущелочных) фрагментов структуры в составах

$$\sum [\text{Me}_2\text{O}] = 33,3 \text{ мол. \%}$$

свидетельствуют результаты ИК-спектроскопического исследования [2], а образование их в

$$\text{составах } \sum [\text{Me}_2\text{O}] \geq 20 \text{ мол. \%}$$

, на наш взгляд, однозначно экспериментально доказано методом анигиляционной спектроскопии [3; 4]. В то же время, наличие дифференциации структуры стекла по типу щелочного иона в составах с

$$\sum [\text{Me}_2\text{O}] \leq 16 \text{ мол. \%}$$

, установленной на основании анализа данных по электрической проводимости, остается неподтвержденным структурными исследованиями.

В настоящей работе рассмотрены результаты спектроскопических исследований, проведенных нами методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и низкочастотной спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) для экспериментальной проверки влияния суммарного содержания оксидов щелочных металлов на характер взаимораспределения щелочных ионов. Концентрационные зависимости энергии связи Si2p и O1s состояний (по данным РФЭС) позволяли с учетом индуктивного эффекта оценить характер изменений эффективного положительного заряда на кремнии и эффективного отрицательного заряда на кислороде. При анализе данных низкочастотной спектроскопии КР учитывалось, что положение

максимума бозонного пика коррелирует с силой поля катиона и расстоянием $\text{Me} - \text{O}$, которое дается суммой их радиусов [5]. Это, как отмечается в работе [6], находится в соответствии с моделью Мартина-Бренинга [7], получившей развитие в [8]. При этом важно подчеркнуть, что прослеживается корреляция между характером зависимостей положения максимума бозонного пика от силы поля катиона и собственных частот колебаний катионов, идентифицированных по данным дальней ИК-спектроскопии [9 – 11]. Таким образом, можно констатировать, что увеличение прочности закрепления щелочных ионов в положении равновесия, приводящее к увеличению собственной частоты их колебаний, наблюдающееся при образовании смешанных (двущелочных)

фрагментов структуры, будет, в свою очередь, вызывать повышение частоты максимума бозонного пика. Энергии же связи Si2p и O1s состояний, исходя из вышесказанного, должны расти при образовании смешанных фрагментов структуры, отражая соответственно увеличение эффективного положительного заряда на кремнии и уменьшение эффективного отрицательного заряда

на кислороде (последнее экспериментально и установлено в работах [3; 4] для составов с $\sum[\text{Me}_2\text{O}] \geq 20 \text{ мол. \%}$). Это, в частности, обусловлено тем, что при образовании смешанных (двушелочных) фрагментов структуры, как отмечается в работе [12], уменьшается энергия взаимного отталкивания немостиковых ионов кислорода (а также самих ионов Me^+).

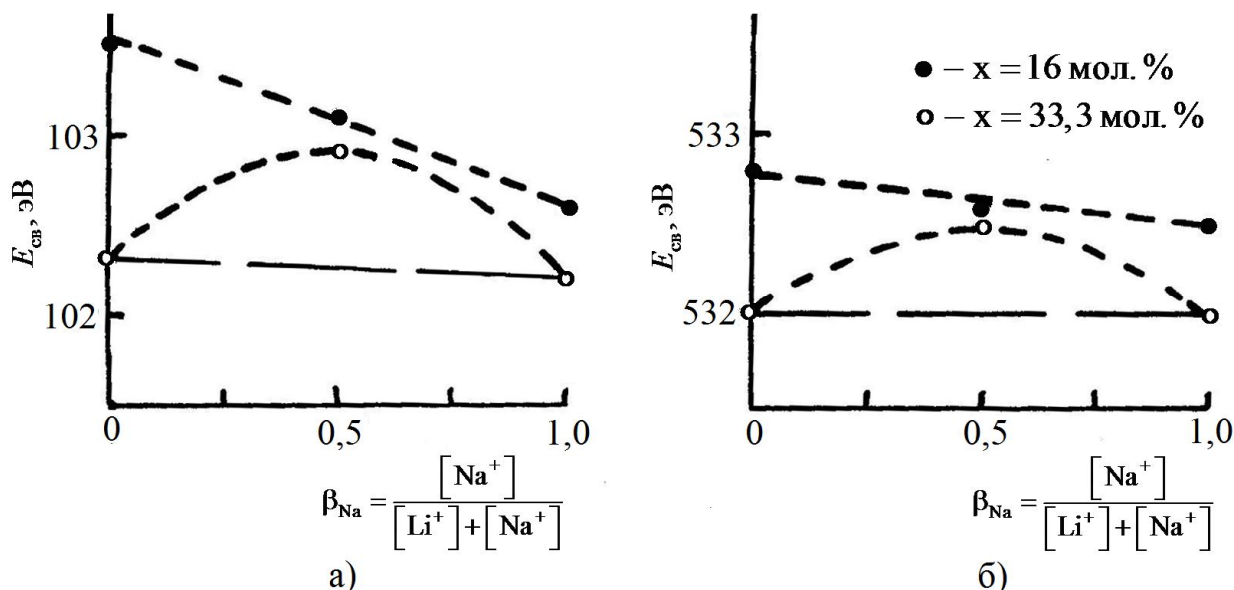
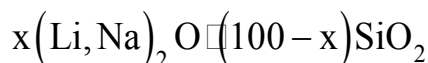
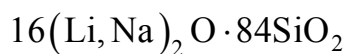


Рис. 1. Зависимость энергии связи Si2p (а) и O1s (б) состояний от величины β_{Na} в стеклах состава



(все пики отнесены к C1s состоянию, $E_{\text{св}} = 285,0 \text{ эВ}$)



Как видно из рис. 1, в стеклах состава Li_2O на Na_2O энергия связи Si2p состояния уменьшается по мере замены, что согласуется с представлениями об индуктивном эффекте. При этом для стекол этого состава

зависимости энергий связи $(E_{\text{св}})$ Si2p и O1s состояний от величины $\beta_{\text{Na}} = \frac{[\text{Na}^+]}{[\text{Li}^+] + [\text{Na}^+]}$ имеют линейный характер,

т.е. для полищелочных составов энергия связи может быть получена из простой суперпозиции величин $E_{\text{св}}$ для однощелочных стекол. Отмеченное говорит в пользу преимущественной дифференциации структуры стекла по типу щелочного катиона. Для

стекла состава $33,3(\text{Li, Na})_2\text{O} \cdot 66,7\text{SiO}_2$ (рис. 1) картина резко изменяется. Величины энергии связи Si2p состояния в литиевых и натриевых стеклах практически равны, что, по-видимому, связано с отсутствием неполярных структурных единиц

(с. е.) $\text{SiO}_{4/2}$ (степень блокирования $\gamma = \frac{[\text{неполярные с. е.}]}{[\text{полярные с. е.}]} = 0$) и преимущественным образованием в этих

составах квадруполь типа $\text{Li}^+ \dots \text{O}^-$ и $\text{Na}^+ \dots \text{O}^-$, в отличие от составов с 16 мол. % Me_2O , в которых еще

преимущественно реализуются фрагменты структуры типа $\text{Si} - \text{O}^- \dots \text{Li}^+$ и $\text{Si} - \text{O}^- \dots \text{Na}^+$, а также имеются

неполярные с. е. $\text{SiO}_{4/2}$ ($\gamma > 0$). Для стекол этого состава ($\sum[\text{Me}_2\text{O}] = 33,3 \text{ мол. \%}$) зависимости энергий

связи Si2p и O1s состояний от величины β_{Na} характеризуются экстремумами. Отмеченное, на наш взгляд, говорит о

преимущественном образовании в полищелочных составах с $\sum[\text{Me}_2\text{O}] = 33,3 \text{ мол. \%}$ смешанных (двушелочных) фрагментов структуры, что согласуется с выводами работ [2; 3; 13 – 17].

Приведенные выше результаты (см. рис. 1) указывают на повышение эффективного отрицательного заряда на кислороде у однощелочных стекол по мере роста содержания Me_2O , а также на его положение в составах с $\sum[\text{Me}_2\text{O}] = 33,3 \text{ мол. \%}$

при $\beta_{\text{Na}} = 0,5$ по сравнению с однощелочными составами ($\beta_{\text{Na}} = 0$ и $1,0$), что коррелирует с результатами работ [5; 10]

(рис. 2). В то же время, практическое равенство величин $E_{\text{св}}$ O1s состояния в составах $\sum[\text{Me}_2\text{O}] = 13$ и $33,3$ мол. % при $\beta_{\text{Na}} = 0,5$ говорит в пользу практического равенства эффективных отрицательных зарядов на кислороде в этих стеклах, что, в свою очередь, не подтверждает проведенной в работах [3;4]

аппроксимации кривой концентрационной зависимости среднего эффективного заряда на кислороде $[\eta_{\text{O}} = f(c_{\text{Me}_2\text{O}})]$ при $\sum[\text{Me}_2\text{O}] < 20$ мол. %

. Наиболее вероятный ход данной кривой в указанном диапазоне концентраций, основанный на наших исследованиях методом РФЭС и нашедший подтверждение при исследованиях стекол сис-

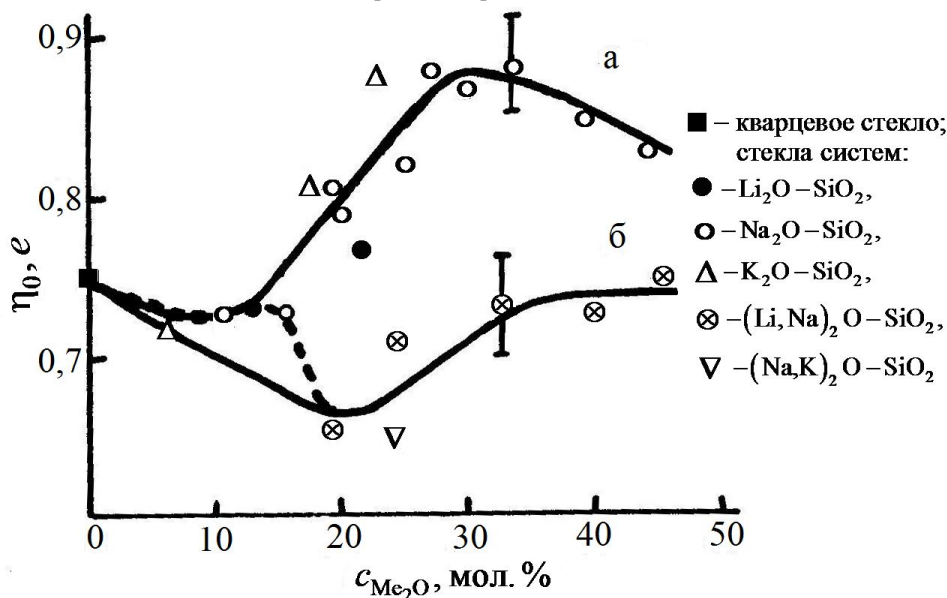


Рис. 2. Зависимость среднего эффективного заряда на кислороде от концентрации оксидов щелочных металлов в одно- (а) и двухщелочных (б) стеклах с $\beta_{\text{Me}} = 0,5$ [5]

темы $(\text{Na}, \text{K})_2\text{O} - \text{SiO}_2$ методом низкочастотной спектроскопии КР (рис. 3, 4), показан пунктирной кривой на рис. 2.

Как видно из рис. 4, зависимость положения максимума бозонного пика (ν_m) от величины β_{K} имеет аддитивный (линейный) характер для стекол с суммарным содержанием щелочных оксидов 13 и 16 мол. %, т. е. ν_m для полищелочных составов представляет собой простую суперпозицию величин ν_m для однощелочных стекол. Для составов с $\sum[\text{Me}_2\text{O}] = 25$ мол. % зависимость $\nu_m = f(\beta_{\text{K}})$ характеризуется отклонением, что, как и данные по РФЭС (рис. 1), говорит о переходе от преимущественной дифференциации структуры стекла по типу щелочного иона к преимущественному образованию смешанных (двухщелочных) фрагментов структуры в составах с суммарным содержанием щелочных оксидов более ≈ 16 мол. %.

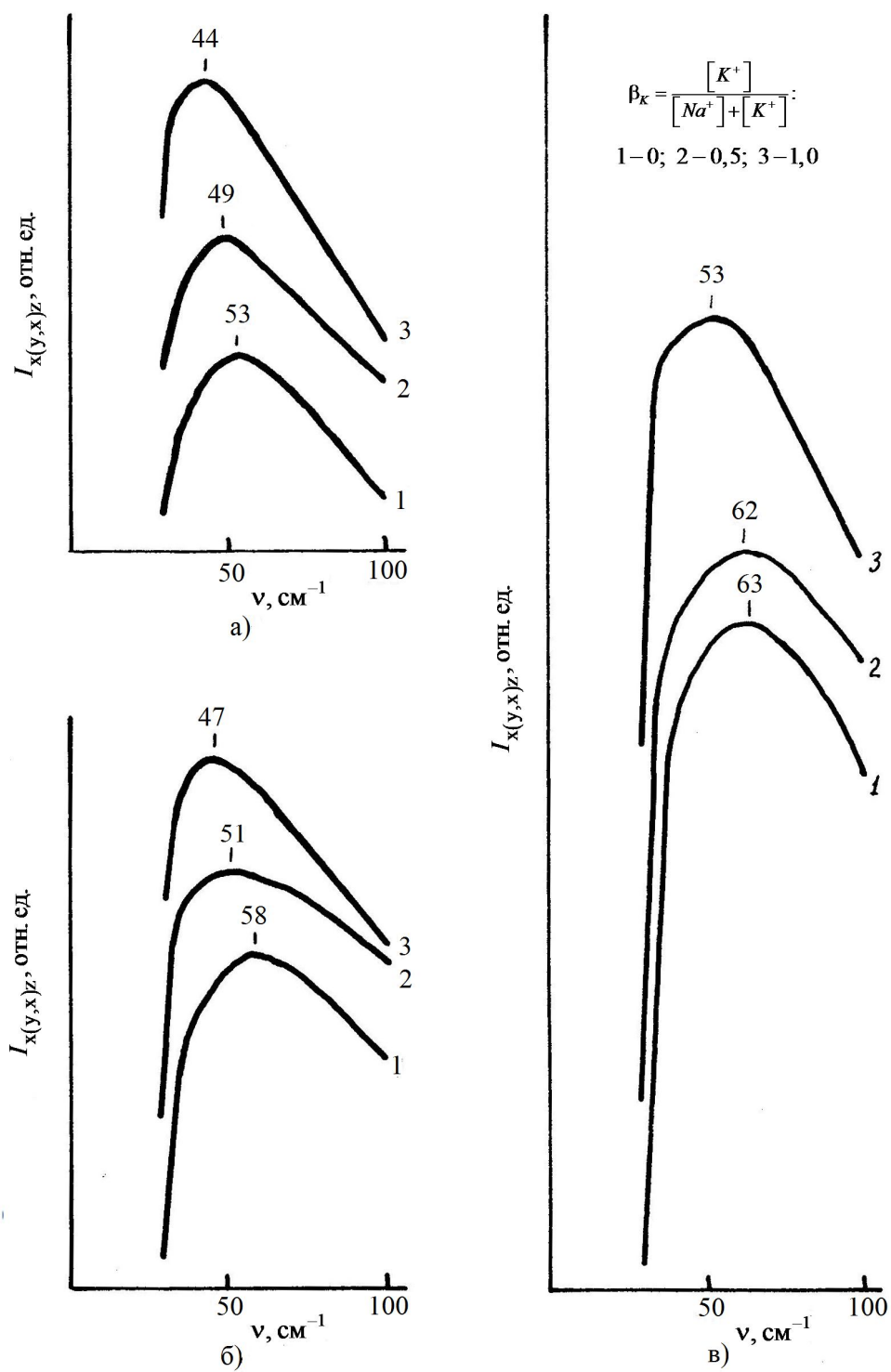


Рис. 3. Низкочастотные спектры КР стекол составов $13(\text{Na,K})_2\text{O} \cdot 87\text{SiO}_2$ (а), $16(\text{Na,K})_2\text{O} \cdot 84\text{SiO}_2$ (б) и $25(\text{Na,K})_2\text{O} \cdot 75\text{SiO}_2$ (в)

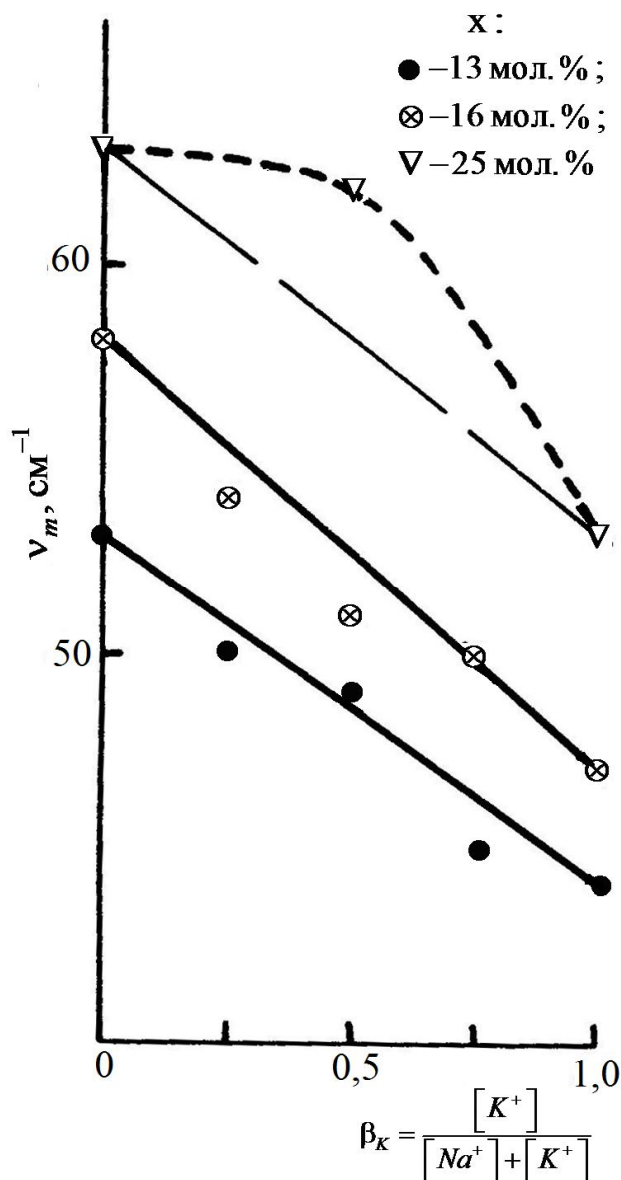


Рис. 4. Зависимость положения максимума бозонного пика от величины β_K для стекол состава $x(\text{Na,K})_2\text{O} \cdot (100 - x)\text{SiO}_2$

Полученные нами результаты являются экспериментальным подтверждением изменения характера распределения щелочных ионов (Li^+ , Na^+ , K^+) в полищелочных силикатных стеклах по мере увеличения суммарного содержания оксидов щелочных металлов и однозначно говорят о переходе от преимущественной дифференциации структуры стекол по типу катиона щелочного металла к преимущественному образованию щелочносиликатных фрагментов структуры с разноименными щелочными ионами.

Таким образом, результаты проведенных спектроскопических исследований подтверждают справедливость выводов, сделанных на основании анализа данных по изучению электрической проводимости [13 – 16; 18], что говорит о правомочности использования последних при оценке структурных особенностей тех или иных полищелочных составов стекол.

Работы в данном направлении ведутся в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России по проекту № 982 «Развитие термодинамической и кинетической теории межфазного ионного обмена применительно к природным и промышленным объектам» от 11.06.2014.

Литература

1. Коган В.Е. Теория полищелочного эффекта Р.Л. Мюллера – О.В. Мазурина / В.Е. Коган // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2012. – № 153 (2). – С. 20 – 29.
2. Чеботарева Т.Е. Инфракрасные спектры двущелочных силикатных стекол / Т.Е. Чеботарева, В.С. Молчанов, А.А. Пронкин // ЖПС. – 1966. – Т. 5, вып. 2. – С. 241 – 250.
3. Особенности строения полищелочных стекол / В.А. Берштейн, В.В. Горбачев, Ю.А. Емельянов и др. // Физ. и хим. стекла. – 1981. – Т. 7, № 2. – С. 146 – 153.
4. Bershtein V.A. Structure peculiarities of mixed alkali silicate glasses / V.A. Bershtein, V.V. Gorbachev, V.M. Egorov // J. Non-Crystalline Solids. – 1980, V. 38/39, Part 1. – P. 141 – 146.
5. Miller P.S. Low frequency Raman scattering and glass transitions in alkali metaphosphate glasses / P.S. Miller // J. Chem. Phys. – 1979. – V. 71, N 2. – P. 997 – 1003.
6. Малиновский В.К. Низкочастотное комбинационное рассеяние в стеклообразных материалах / В.К. Малиновский, В.Н. Новиков, А.П. Соколов // Физ. и хим. стекла. – 1989. – Т. 15, № 3. – С. 331 – 344.
7. Martin A.I. Model for Brillouin scattering in amorphous solids / A.I. Martin, W. Brening // Phys. Stat. Sol. Sect. (6). – 1974. – V. 63. – P. 163 – 172.
8. Malinovsky V.K. The nature of boson peak in Raman scattering in glasses // V.K. Malinovsky, A.P. Sokolov // Solid State Commun. – 1986. – V. 57, N 9. – P. 757 – 761.

9. Exarhos G.J. Calculation of ionic conductivity activation energies in ionic oxide glasses from spectroscopic data / G.J. Exarhos, P.G. Miller, W.M. Risen // Solid State Commun. – 1975. – V. 17, N 1. – P. 29 – 33.
10. Exarhos G.J. Interionic vibrations and glass transitions in ionic oxide metaphosphate glasses / G.J. Exarhos, P.G. Miller, W.M. Risen // J. Chem. Phys. – 1974. – V. 60, N 11. – P. 4145 – 4155.
11. Nelson B.N. Vibrational spectroscopy of cation-site interactions in phosphate glasses / B.N. Nelson, G.J. Exarhos // J. Chem. Phys. – 1979. – V. 71, N 7. – P. 2739 – 2747.
12. Явления ликвации в стеклах / Н.С. Андреев, О.В. Мазурин, Е.А. Порай-Кошиц и др. – Л.: Наука, 1974. – 220 с.
13. Мазурин О.В. Исследование нейтрализационного эффекта уменьшения электропроводности в силикатных стеклах / О.В. Мазурин, Е.С. Борисовский // ЖТФ. – 1957. – Т. 2, № 2. – С. 275 – 288.
14. Мазурин О.В. Электрические свойства стекла / О.В. Мазурин. – Л.: Госкомиздат, 1962. – 162 с.
15. Пронкин А.А. Исследование в области физической химии галоидсодержащих стекол: дис. ... д-р хим. наук: 02.00.04. – Л., 1979. – 383 с.
16. Пронкин А.А. Некоторые вопросы электропроводности сложных кислородных стекол: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Л., 1965. – 18 с.
17. Stebbins J.F. Structural studies of glasses by ^{29}Si MAS NMR spectroscopy / J.F. Stebbins // Nature. – 1987. – V. 330, N 3. – P. 465.
18. Мюллер Р.Л. Электропроводность стеклообразных веществ: Сб. трудов / Р.Л. Мюллер. – Л.: ЛГУ, 1968. – 251 с.

References

1. Kogan V.E. Teorija polishhelochnogo jeffekta R.L. Mjullera - O.V. Mazurina / V.K. Kogan // Izvestija RGPU im. A.I. Gercena. – 2012. – № 153 (2). – S. 20 – 29.
2. Chebotareva T.E. Infekrasnye spektry dvushhelochnyh silikatnyh stekol / T.E. Chebotareva, V.S. Molchanov, A.A. Pronkin // ZhPS. – 1966. – Т. 5, вып. 2. S. 241 – 250.
3. Osobennosti stroenija polishhelochnyh stekol / V.A. Bershtejn, V.V. Gorbachev, Ju.A. Emel'janov i dr. // Fiz. i him. stekla. – 1981. – Т. 7, № 2. – S. 146 – 153.
4. Bershtejn V.A. Structure peculiarities of mixed alkali silicate glasses / V.A. Bershtejn, V.V. Gorbachev, V.M. Egorov // J. Non-Crystalline Solids. – 1980, V. 38/39, Part 1. – P. 141 – 146.
5. Miller P.S. Low frequency Raman scattering and glass transitions in alkali metaphosphate glasses / P.S. Miller // J. Chem. Phys. – 1979. – V. 71, N 2. – P. 997 – 1003.
6. Malinovskij V.K. Nizkochastotnoe kombinacionnoe rassejanie v stekloobraznyh materialah // V.K. Malinovskij, V.N. Novikov, A.P. Sokolov // Fiz. i him. stekla. – 1989. – Т. 15, № 3. – S. 331 – 344.
7. Martin A.I. Model for Brillouin scattering in amorphous solids / A.I. Martin, W. Brening // Phys. Stat. Sol. Sect. (6). – 1974. – V. 63. – P. 163 – 172.
8. Malinovskij V.K. The nature of boson peak in Raman scattering in glasses // V.K. Malinovskij, A.P. Sokolov // Solid State Commun. – 1986. – V. 57, N 9. – P. 757 – 761.
9. Exarhos G.J. Calculation of ionic conductivity activation energies in ionic oxide glasses from spectroscopic data / G.J. Exarhos, P.G. Miller, W.M. Risen // Solid State Commun. – 1975. – V. 17, N 1. – P. 29 – 33.
10. Exarhos G.J. Interionic vibrations and glass transitions in ionic oxide metaphosphate glasses / G.J. Exarhos, P.G. Miller, W.M. Risen // J. Chem. Phys. – 1974. – V. 60, N 11. – P. 4145 – 4155.
11. Nelson B.N. Vibrational spectroscopy of cation-site interactions in phosphate glasses / B.N. Nelson, G.J. Exarhos // J. Chem. Phys. – 1979. – V. 71, N 7. – P. 2739 – 2747.
12. Явления ликвации в стеклах / Н.С. Андреев, О.В. Мазурин, Е.А. Порай-Кошиц и др. – Л.: Наука, 1974. – 220 с.
13. Мазурин О.В. Исследование нейтрализационного эффекта уменьшения электропроводности в силикатных стеклах / О.В. Мазурин, Е.С. Борисовский // ЖТФ. – 1957. – Т. 2, № 2. – С. 275 – 288.
14. Мазурин О.В. Электрические свойства стекла / О.В. Мазурин. – Л.: Госкомиздат, 1962. – 162 с.
15. Пронкин А.А. Исследование в области физической химии галоидсодержащих стекол: дис. ... д-р хим. наук: 02.00.04. – Л., 1979. – 383 с.
16. Пронкин А.А. Некоторые вопросы электропроводности сложных кислородных стекол: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Л., 1965. – 18 с.
17. Stebbins J.F. Structural studies of glasses by ^{29}Si MAS NMR spectroscopy / J.F. Stebbins // Nature. – 1987. – V. 330, N 3. – P. 465.
18. Мюллер Р.Л. Электропроводность стеклообразных веществ: Сб. трудов / Р.Л. Мюллер. – Л.: ЛГУ, 1968. – 251 с.

Коган В.Е.¹, Шахпаронова Т.С.²

¹Доктор химических наук, профессор, ²кандидат химических наук, доцент Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ СТЕКЛО – СЛЮДА

Аннотация

В статье рассмотрены два способа получения композиционных материалов в системе стекло – слюда: холодное прессование их смесей с последующим обжигом и из расплавов, ликвирующих по типу жидкость – кристалл (стекляная технология). Установлен ряд теоретических закономерностей, связанных со свойствами компонентов и характером их взаимораспределения.

Ключевые слова: легкоплавкое стекло, слюда, ликвация по типу жидкость – кристалл, композиционные материалы, свойства и структурные особенности.

Kogan V.E.¹, Shakhparonova T.S.²

¹Doctor of Chemical Sciences, professor, ²PhD in Chemistry, associate professor National Mineral Resources University (University of Mines)

WAYS OF RECEIVING AND PROPERTIES OF THE COMPOSITE MATERIALS IN SYSTEM GLASS – MICA

Abstract

In the paper two ways of receiving composite materials in system glass – mica are considered: cold pressing of their mixes with the subsequent roasting and from fusions, liquating on type liquid – crystal (glass technology). A number of the theoretical regularities connected with properties of components and character of their mutual distribution is established.

Keywords: fusible glass, mica, liquation on type liquid – crystal, composite materials, properties and structural features.

Композиционные материалы представляют безусловный теоретический и прикладной интерес. Это объясняется тем, что сочетание в них различных исходных материалов в целом ряде случаев позволяет не только сохранить позитивные свойства последних, но и достичь новых технологических и эксплуатационных показателей, необходимых для тех или иных сфер использования. Особый интерес в этом плане представляют композиции, состоящие из материалов, находящихся в диаметрально противоположных состояниях. К таким материалам относятся, в частности, композиции на основе слюды (кристаллическое состояние вещества) и стекла (аморфное состояние вещества). Для традиционных электроизоляционных силикатных материалов, в частности стекла [1; 2], самым уязвимым является их низкая термостойкость, а также невозможность механической обработки обыкновенным графиторежущим инструментом. Поэтому практической целью наших разработок являлось создание материалов, характеризующихся одновременно высокими диэлектрическими и механическими показателями, термостойкостью (в том числе к

циклическим нагрузкам) и механической обрабатываемостью (резание, сверление, фрезеровка, нарезка резьбы и т. п.) обычным графиторежущим инструментом.

Наши исследования проводились по двум основным направлениям:

- композиционные материалы на основе легкоплавкого стекла и слюды (как природной, так и синтетической), получаемые методом холодного прессования их смесей с последующим обжигом;
- стеклослюдокристаллические композиции, получаемые по стекольной технологии из расплавов, ликвирующих по типу жидкость – кристалл.

При работах по первому направлению использовались как природные, так и синтетические слюды. Предпочтительнее оказались синтетические слюды, которые, в отличие от природных, не характеризуются набуханием в процессе обжига, так как в их структуре взамен гидроксид-ионов содержатся ионы фтора. Наилучшие результаты достигаются при использовании разработанного нами состава марганецсодержащей слюды типа фтор-флогопит. В качестве легкоплавкого стекла использовались составы на основе системы $PbO - BaO - B_2O_3$. Практическим результатом работ в этом направлении явилось создание композиционного материала, характеризующегося высокой термостойкостью к циклическим нагрузкам в интервале температур 100 – 450 °С, механической прочностью на сжатие 177 – 196 МПа, низким водопоглощением (не более 1%) и высокими диэлектрическими показателями.

Проведенное исследование, помимо чисто прикладного значения, позволило обнаружить ряд теоретических закономерностей. Так, изучение изменения прочности образцов на сжатие в зависимости от конечной температуры обжига (600, 640, 700, 760, 800 и 880 °С) при постоянстве всех других параметров процесса подтвердило анизотропию прочностных свойств разработанного нами материала. В большинстве случаев (исключая обжиг при 640 °С) прочность на сжатие оказалась выше в направлении, перпендикулярном направлению прессования образцов в процессе их формования, причем наибольшее различие имело место для образцов, обожженных при 760 °С. Данный факт целесообразно связать с анизотропией прочностных свойств кристаллов искусственной слюды, которые, очевидно, преимущественно ориентированы в аморфной стеклянной матрице, причем в таком случае наибольшая разница в прочностных свойствах в зависимости от направления приложенной нагрузки, наблюдаемая при 760 °С, должна, очевидно, соответствовать наиболее статистически равномерному и ориентированному распределению кристаллической составляющей в аморфной. Что касается подбразцов, полученных при конечной температуре обжига 640 °С, то аномальный характер анизотропии прочностных свойств в них, наиболее вероятно, связан с процессами, протекающими в области температур размягчения в остаточной стеклофазе, в небольшом количестве имеющейся в синтетической слюде, в пользу чего говорит наличие при 630 °С минимума на кривых ДТА для стекол соответствующего состава.

Исходя из рассмотренных результатов, для дальнейшего исследования были выбраны образцы, полученные при конечных температурах обжига 600, 760 и 880 °С. Электронномикроскопическое исследование данных образцов показало, что по мере увеличения температуры обжига происходит переход от статистически неравномерного распределения кристаллической фазы в аморфной к статистически равномерному ее распределению, причем попутно наблюдается уменьшение доли аморфной составляющей так, что в образцах, полученных при конечной температуре обжига 880 °С, она практически полностью кристаллизуется. Последнее, очевидно, и приводит к уменьшению прочностных показателей. Электронномикроскопическое исследование подтвердило высказанное выше предположение о характере распределения кристаллической фазы в аморфной для образцов, полученных при конечной температуре обжига 760 °С.

Характер кривых линейного теплового расширения указал на то, что независимо от конечной температуры обжига полученный нами композиционный материал состоит, как минимум, из двух фаз.

Удельное объемное электрическое сопротивление полученного композиционного материала выше, чем у составляющих его слюды и стекла, причем у образцов, полученных при конечных температурах обжига 600 и 700 °С, его значения в пределах погрешности эксперимента совпадают, в то время как для материала, обожженного при 880 °С, наблюдается возрастание рассматриваемой величины.

Сравнение величин энергии активации электрической проводимости у исходных стекла и слюды говорит в пользу преимущественной проводимости по слюде, основными носителями электричества (переносчиками зарядов) в которой следует рассматривать ионы щелочных металлов и фтора (мы не исключаем небольшой вклад примесной и электронной проводимости). При переходе от слюды к композиционному материалу объемная концентрация носителей электричества понижается в среднем в 1,3 раза, что, вероятно, и обуславливает повышение удельного объемного электрического сопротивления композиции по сравнению с ее составляющими. Дополнительное увеличение данной величины для образцов, обожженных при 880 °С, мы склонны связывать с кристаллизацией аморфной составляющей (удельное объемное электрическое сопротивление слюды на порядок выше, чем стекла).

С целью изучения вопроса взаимораспределения составляющих в композиционном материале было исследовано влияние направления приложения напряжения (вдоль и поперек направления прессования – оси прессования – в процессе получения) на величину удельного объемного электрического сопротивления. Данное исследование показало изотропность материала, что говорит в пользу того, что исследованная композиция представляет собой не послойное распределение аморфной и кристаллической составляющих (в виде сквозных «тяжей»), а характеризуется наличием замкнутых кристаллических участков, окруженных аморфной матрицей.

По второму направлению был получен стеклослюдокристаллический материал, обладающий высокой прочностью на сжатие (до 314 МПа), повышенной термостойкостью к циклическим нагрузкам (до 100 циклов 0 °С – 500 °С – 0 °С), удельным объемным электрическим сопротивлением 104 – 109 Ом·м, рабочей температурой не менее 850 °С в условиях агрессивных сред (испарения Cl_2), нулевой пористостью и механической обрабатываемостью графиторежущим инструментом (скорость обработки достигает 20 мм/с).

Нашими исследованиями была доказана принципиальная возможность получения данных материалов в целом ряде систем, ликвирующих по типу жидкость – кристалл. Установлено, что в случае образования при термообработке в данных системах хотя бы 1/3 части по объему слюды, частицы которой заблокированы, т.е. имеют большую величину отношения диаметра к толщине, материал механически легко обрабатывается. Сблокированность улучшает и термостойкость.

В результате проведенных исследований нами созданы новые материалы, названные стеклослюдокристаллическими (слюдокристаллическими), предназначенные, в частности, для изготовления электроизоляторов специального назначения, резистивных элементов, узлов стекловаренных печей и печей для вторичной термической обработки оптических стекол, подложек микросхем, а также хлораторов для хлорирования марганецсодержащего сырья в расплаве хлорида марганца.

Работы в данном направлении ведутся в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России по проекту № 982 «Развитие термодинамической и кинетической теории межфазного ионного обмена применительно к природным и промышленным объектам» от 11.06.2014.

Литература

1. Цимберов А.И. Стекланные изоляторы / А.И. Цимберов, А.В. Штерн. – М.: Энергия, 1973. – 200 с.
2. Коган В.Е. Миграция носителей заряда в стеклах с различной природой проводимости: дис. ... д-р хим. наук: 02.00.04. – СПб., 1991. – 441 с.

References

1. Cimberov A.I. Stekljannye izoljatory / A.I. Cimberov, A.V. Shtern. – M.: Jenergija, 1973. – 200s.
2. Kogan V.E. Migracija nositelej zarjada v streklah s razlichnoj prirodoy provodimosti: dis. ... d-r him. nauk: 02.00.04. – SPb., 1991. – 441 s.

Балыбин Д.В.¹, Кудрявцева Н.М.², Попова Е.Д.³, Шамсиева Е.А.⁴

¹Кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры аналитической и неорганической химии, ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, ²Аспирантка 1 года обучения, кафедра химии, ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, ³Студентка 5 курса специальности «химия», ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, ⁴Студентка 3 курса специальности «химия», ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина.

ВЛИЯНИЕ ФЕНИЛБИГУАНИДИНА НА КИНЕТИКУ РЕАКЦИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА НА ЖЕЛЕЗЕ В КИСЛЫХ ХЛОРИДНЫХ СРЕДАХ

Аннотация

В данной работе изучена кинетика реакции выделения водорода (РВВ) на железе и диффузия водорода через стальную мембрану из этиленгликоль – водных растворов HCl с постоянной ионной силой, равной 1, содержащих фенилбигуанидин (ФБГ). Показано влияние ФБГ на природу лимитирующей стадии РВВ.

Ключевые слова: реакция выделения водорода, фенилбигуанидин, лимитирующая стадия, растворители.

Balybin D. V.¹, Kudryavtseva N. M.², Popova E. D.³, Shamsieva E. A.⁴

¹Candidate of chemical sciences, assistant professor of analytical and inorganic chemistry department, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, ²Graduate 1st year, Department of Chemistry, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, ³Student of speciality «Chemistry» in Tambov State University named after G.R. Derzhavin, ⁴Student of speciality «Chemistry» in Tambov State University named after G.R. Derzhavin.

INFLUENCE OF PHENYLPYRIMIDINE ON THE KINETICS OF THE HYDROGEN RELEASE REACTION ON IRON IN ACIDIC CHLORIDE ENVIRONMENTS

Abstract

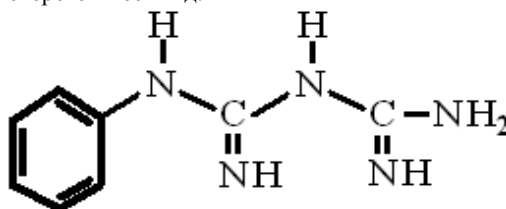
In this work we study the kinetics of the reaction of hydrogen release on iron and hydrogen diffusion through the steel membrane from the ethylene glycol - water HCl solutions of constant ionic strength of 1, containing phenylpyrimidine. It shows the influence of phenylpyrimidine on the nature of the limiting stage of the reaction of hydrogen release.

Keywords: reaction of hydrogen release, phenylpyrimidine, limiting stage, solvents.

Введение

Исследование влияния природы индивидуального и состава смешанного растворителя на кинетику и механизм электродных реакций представляет собой глобальную научную задачу, к решению которой исследователи, по существу, только приступают. Дело в том, что роль растворителя как среды и как реагента не может быть однозначно без серьезных допущений выяснена без смены его природы в единых процессах. Это касается закономерностей химических и электрохимических процессов, как гомогенных, так и гетерогенных, протекающих в объеме не только жидкой фазы, но и на границе раздела фаз. Такой подход обусловлен невозможностью однозначной оценки влияния молекул сольвента на поведение системы в целом как с точки зрения состояния твердой фазы (электродов), границы раздела фаз, так и сольватационных эффектов объема раствора [1].

Целью данной работы являлось изучение кинетики реакции выделения водорода (РВВ) на железе и диффузию водорода через стальную мембрану из этиленгликоль – водных растворов HCl с постоянной ионной силой, равной 1, содержащих фенилбигуанидин, молекулярная формула которого имеет вид:



Методика эксперимента

Исследования проведены в водных и водно – этиленгликолевых (с 50 масс.% воды) растворах с составом электролита $x \text{ M HCl} + (1 - x) \text{ M LiCl}$, полученных насыщением исходных растворителей сухим хлористым водородом с последующим разбавлением ими полученной системы до заданной кислотности и введением высушенного при $107 \pm 5^\circ\text{C}$ хлорида лития. Кинетику РВВ исследовали при комнатной температуре на железе армо в условиях потенциодинамической поляризации (скорость развёртки 0,66 мВ/с, потенциостат Solartron 1255), водородная атмосфера, комнатная температура, потенциалы пересчитаны по стандартной водородной шкале. Электрохимические измерения проведены в двух экспериментальных сериях: в одной использован насыщенный водный хлоридсеребряный электрод сравнения, во второй – равновесный водородный электрод в том же рабочем растворе. Первый метод связан с возникновением потенциала жидкостной границы $\text{HO-C}_2\text{H}_4\text{-OH} / \text{H}_2\text{O}$, второй ведет к зависимости потенциала электрода сравнения от кислотности среды, но позволяет непосредственно оценивать величину перенапряжения водорода, определяющую скорость катодного процесса. Потенциалы приведены по стандартной водородной шкале. Рабочий электрод с видимой поверхностью 1 cm^2 армировали в оправу из эпоксидной смолы, отвержденной полиэтиленполиамином, зачищали наждачной бумагой разных номеров и обезжиривали ацетоном. Фенилбигуанидин был синтезирован непосредственно для рассматриваемых экспериментов.

Экспериментальные результаты

С целью идентификации характера контроля процесса рассматривали влияние скорости вращения дискового электрода на кинетику РВВ в присутствии ФБГ и в фоновых растворах. Соответствующие данные представлены на рисунке 1. Из них следует, что РВВ протекает в условиях исключительно кинетических ограничений.

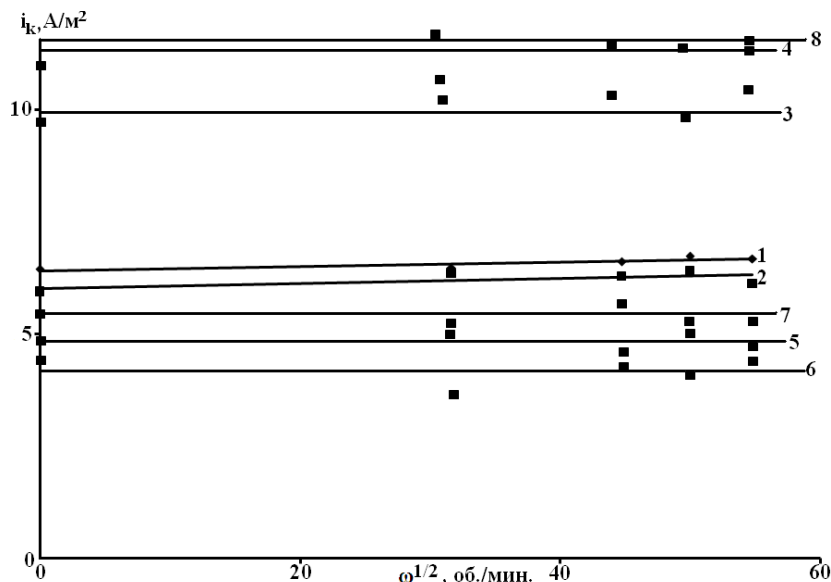


Рис. 1. Влияние частоты вращения дискового электрода СтЗ на катодный ток восстановления ионов водорода в водно – этиленгликолевых растворах: 1, 2 – 100 масс. % H₂O; 3, 4 – содержащих 50 масс. % H₂O; 5, 6 – содержащих 10 масс. % H₂O; 7, 8 – условно безводный этиленгликоль. Состав электролита 0,1 М HCl + 0,9 М LiCl. Состав раствора: 1, 3, 5, 7 – фоновые растворы; 2, 4, 6, 8 – фоновые растворы, содержащие 1 мМ ФБГ. ΔE_к = -50 мВ, τ_{выдержки} = 300 сек.

Таблица 1. Влияние концентрации фенилбигуанидина на кинетические параметры РВВ в водных растворах HCl.

C _{ФБГ} , ммоль/л	$-\frac{dE}{d \lg i_k}, \text{В}$	$-\frac{dE}{d \lg C_{H^+}}, \text{В}$	$\left(\frac{\partial \lg i_k}{\partial \lg C_{H^+}}\right)_E$	$\frac{d\eta_H}{d \lg i_k}, \text{В}$	$-\frac{d\eta_H}{d \lg C_{H^+}}, \text{В}$	$\left(\frac{\partial \lg i_k}{\partial \lg C_{H^+}}\right)_\eta$
0	0,115	0,068	0,85	0,115	0,060	0,5
0,5	0,115	0,055	0,50	0,115	0	0
1,0	0,125	0,075	0,50	0,125	0	0
5,0	0,125	0,080	0,50	0,125	0,035	0,15
10,0	0,130	0,065	0,75	0,130	0,035	0,25

В чисто водных фоновых растворах закономерности, характеризующие кинетику РВВ тождественны полученным ранее [2]. Как следует из полученных кинетических параметров (таблица 1), процесс протекает по механизму Фольмера (1) – Тафеля (2) с замедленной стадией разряда



Однако, при введении 0,5 мМ фенилбигуанидина ситуация меняется кардинально. Наличие уже столь малой концентрации ФБГ приводит к лимитирующей стадии рекомбинации (2) (таблица 1). Рост его содержания в 20 раз, в первом приближении, не изменяет наблюдаемой картины (таблица 2). Порядки реакции по фенилбигуанидину при E = -0,4 В и η = 0,2 В в растворах с x = 0,1 моль/л равны соответственно -0,30 и -0,29.

В целом, закономерности, наблюдаемые в присутствии фенилбигуанидина, существенно отличаются от таковых при введении гуанидина, наличие которого не сказывается на природе замедленной стадии (уравнение (1)) [3]. С учётом того, что величины дробных зарядов на атомах азота гуанидина и фенилбигуанидина достаточно близки, этот результат можно считать достаточно неожиданным, если принять, что за адсорбцию молекул указанных веществ на железе ответственно донорно – акцепторное взаимодействие азота с железом.

Рассмотрим картину, наблюдаемую в смешанном растворителе, содержащем 50 масс. % этиленгликоля. В фоновых растворах, не содержащих ФБГ картина, остаётся прежней (таблица 2). Изменяется лишь незначительно, величина тафелевских наклонов – dE/dlgi_к и dη/dlgi.

Таблица 2. Влияние концентрации фенилбигуанидина на кинетические параметры РВВ в растворах HCl, в водно-этиленгликолевом растворителе, содержащем 50 масс. % C₂H₄(OH)₂.

C _{ФБГ} , ммоль/л	$-\frac{dE}{d \lg i_k}, \text{В}$	$-\frac{dE}{d \lg C_{H^+}}, \text{В}$	$\left(\frac{\partial \lg i_k}{\partial \lg C_{H^+}}\right)_E$	$\frac{d\eta_H}{d \lg i_k}, \text{В}$	$-\frac{d\eta_H}{d \lg C_{H^+}}, \text{В}$	$\left(\frac{\partial \lg i_k}{\partial \lg C_{H^+}}\right)_\eta$
0	0,130	0,075	0,85	0,100	0,065	0,55
0,5	0,110	0,090	0,90	0,110	0,035	0,45
1,0	0,125	0,050	0,55	0,125	0,050	0,40
5,0	0,080	0,080	0,80	0,080	0,065	0,40
10,0	0,120	0,080	0,75	0,120	0,050	0,45

Однако, несмотря на то, что природа разряжающихся доноров протонов и сольватирующих поверхность железа молекул (H₂O) остаётся прежней, влияние ФБГ принципиально изменяется. В средах со смешанным растворителем введение фенилбигуанидина и изменение его концентрации более, чем на порядок, не оказывает влияния на природу замедленной стадии (реакция (1)). В присутствии гуанидина контролирующей скорость РВВ в тех же средах на железе становилась стадия рекомбинации (2) [4]. Таким образом, вновь замена гуанидина на фенилбигуанидин кардинально меняет ситуацию.

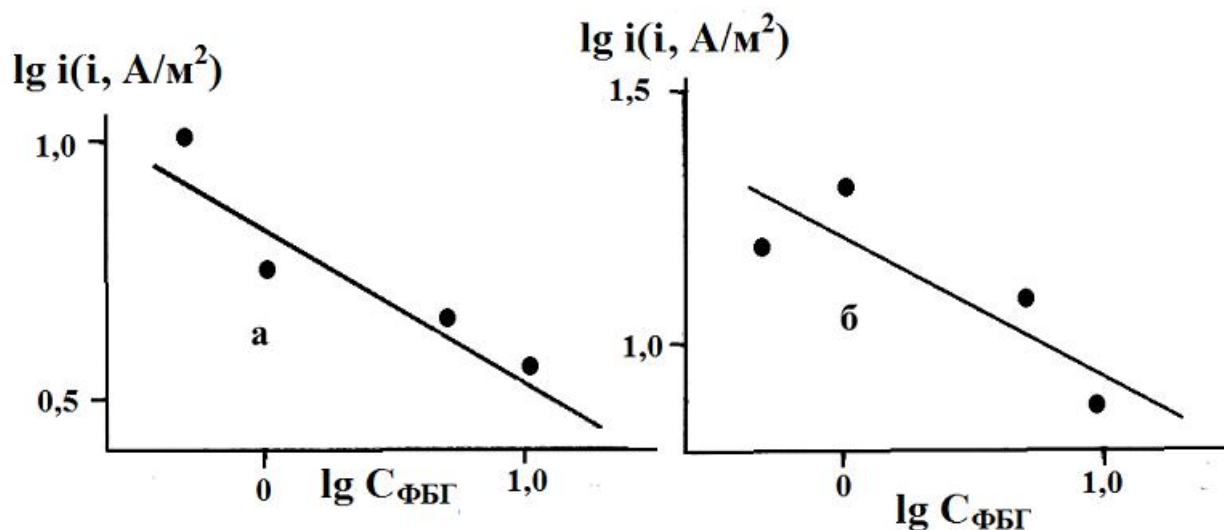


Рис. 2. Влияние концентрации фенилбигуанидина на скорость реакции выделения водорода из водных растворов $x \text{ M HCl} + (1 - x) \text{ M LiCl}$ с $x = 0,1$ моль/л при постоянном потенциале (а), равном 0,35 В и перенапряжении (б), равном 0,35 В.

Порядок реакции по фенилбигуанидину при $E = -0,35 \text{ В}$ и $\eta = 0,35 \text{ В}$ в растворах с $x = 0,1$ моль/л равен $-0,30$ (рис. 2).

Таким образом, показано, что влияние ФБГ на кинетику РВВ существенно отличается от такового для гуанидина, в частности, наблюдается смена лимитирующей стадии процесса катодного выделения водорода при введении ФБГ уже в малых количествах, а также порядки реакции по ФБГ в указанных растворителях различной природы имеют близкие значения и характеризуют добавку как ингибитор, поскольку порядки имеют отрицательные значения. В общем же, катодный процесс имеет особую роль в электрохимической кинетике, так как на основе казалась бы простейшей электрохимической реакции строятся теоретические основы большей части всей электрохимии, поэтому углубление знаний в этом направлении будет несомненно способствовать развитию, как отдельных аспектов электрохимии, так и смежных с ней наук.

Выводы:

1. Реакция выделения водорода в рассматриваемых средах протекает в условиях кинетического контроля процесса.
2. При введении ФБГ в фоновые водные растворы происходит смена природы лимитирующей стадии РВВ с замедленного разряда на замедленную рекомбинацию, а затем на лимитирующую латеральную диффузию.
3. Введение ФБГ в фоновые растворы со смешанным водно-этиленгликолемым растворителем (50 масс. % воды) во всём изученном концентрационном интервале не происходит смены природы лимитирующей стадии процесса выделения водорода, замедленной остаётся стадия разряда.
4. В рассматриваемых растворителях порядки реакции по ФБГ имеют отрицательные значения, что характеризует эту добавку как ингибитор катодного действия.

Литература

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Дьячкова Т.П. Влияние анодной поляризации на диффузию водорода через стальную мембрану в этиленгликолевых растворах // Электрохимия. 2002. Т. 38. № 6. С. 719 – 724.
2. Tsygankova L.E., Vigdorovich V.I., Zarapina I.V. Hydrogen diffusion through a Steel membrane in the Water-ethylene Glycol solution containing pyridine in conditions of the cathodic polarization // J. Electroanal. Chem. 2009, Т. 636. №112. P 24 – 29.
3. Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E., Balybin D.V. Influence of guanidine on kinetics of hydrogen evolution on iron and its diffusion through steel membrane in acidic chloride media // J. Electroanal. Chem. 2011. Т. 653. №1. P. 1 – 6.
4. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Бальбин Д.В., Крыльский Д.В., Яковлева В.А. Влияние гуанидина на выделение и диффузию водорода // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2010. Т. 16. №1. с. 94 – 107.

References

1. Vigdorovich V.I., Cygankova L.E., Djachkova T.P. Vliyanie anodnoj poljarizacii na diffuziju vodoroda cherez stal'nuju membranu v jetilenglikolevyh rastvorah // Jeletrohimija. 2002. Т. 38. № 6. С. 719 – 724.
2. Tsygankova L.E., Vigdorovich V.I., Zarapina I.V. Hydrogen diffusion through a Steel membrane in the Water-ethylene Glycol solution containing pyridine in conditions of the cathodic polarization // J. Electroanal. Chem. 2009, Т. 636. №112. P 24 – 29.
3. Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E., Balybin D.V. Influence of guanidine on kinetics of hydrogen evolution on iron and its diffusion through steel membrane in acidic chloride media // J. Electroanal. Chem. 2011. Т. 653. №1. P. 1 – 6.
4. Vigdorovich V.I., Cygankova L.E., Balybin D.V., Krylskij D.V., Jakovleva V.A. Vliyanie guanidina na vydelenie i diffuziju vodoroda // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2010. Т. 16. №1. с. 94 – 107.

Жук С.И.¹, Минченко Л.М.², Чemezov О.В.³, Малков В.Б.⁴, Зайков Ю.П.⁵

¹Инженер, ²старший инженер, ³кандидат химических наук, ⁴кандидат физико-математических наук, ⁵доктор химических наук, Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН Екатеринбург, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК KF НА ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЕ КРЕМНИЯ НА СТЕКЛОУГЛЕРОДНОМ ЭЛЕКТРОДЕ ИЗ РАСПЛАВА NaI-KI-K₂SiF₆.

Аннотация

Методами циклической вольтамперометрии и сканирующей электронной микроскопии (SEM) исследовано электровосстановление кремния в расплавах $\text{NaI-KI-K}_2\text{SiF}_6$ и $\text{NaI-KI-K}_2\text{SiF}_6\text{-KF}$ (10,30,50 мол.%) при $T=750^\circ\text{C}$. Проведен кратковременный электролиз в потенциостатическом режиме (5 мВ, 0.0001 с) и представлены SEM микрофотографии образовавшихся кластеров кремния на поверхности стеклоуглеродного электрода.

Ключевые слова: кремний, расплав солей, йодиды, вольтамперометрия, зародышеобразование кремния.

Zhuk S.I.¹, Minchenko L.M.², Chemezov O.V.³, Malkov V.B.⁴, Zaikov Yu.P.⁵

Engineer¹, senior engineer², PhD in Chemistry³, PhD in Physical and Mathematical Sciences⁴, Doctor of Chemistry⁵.

Institute of High-Temperature Electrochemistry RAS,
Ekaterinburg, Russian Federation

EFFECT OF KF ON THE SILICON ELECTROREDUCTION FROM THE MELT NaI-KI-K₂SiF₆ ON THE GLASSY CARBON ELECTRODE

The Si electrodeposition was investigated by cyclic voltammetry and scanning electron microscopy in NaI-KI-K₂SiF₆ and NaI-KI-K₂SiF₆-KF(10,30,50 mol.%) melts at T=750⁰ C. The momentary potentiostatic electrolysis (5 mV, 0.0001 s) was carried out. SEM microphotographies of Si clusters are presented on the glassy carbon electrode.

Keywords: silicon, molten salts, iodides, voltammetry, nucleation of silicon

Электровосстановление кремния хорошо изучено различными методами в хлоридных, хлоридно-фторидных и фторидных расплавах солей [1,2,3]. Использование иодидных солей для получения кремния в научной и патентной литературе обнаружить не удалось. Иодидные соли в отличие от других галогенидных солей хорошо растворяются в ряде органических растворителей [4]. Это их свойство позволяет сравнительно легко решить проблему отмывки электролитических осадков кремния от остатков солей после их извлечения из ванны. Особенно важно это свойство для получения наноразмерных осадков кремния, как порошков, так и нановолокон, которые находят применение для производства анодов для литиевых химических источников тока повышенной мощности.

Целью данной работы было исследование влияния добавок KF на электровосстановление кремния на стеклоуглеродном электроде из расплава NaI-KI-K₂SiF₆ (0.1 мас.% Si) методом циклической вольтамперометрии.

Методика эксперимента

Эксперименты проводили при температуре 750⁰С в трехэлектродной герметичной ячейке из нержавеющей стали в атмосфере очищенного аргона. Контейнером для электролита служил стеклоуглеродный тигель. В качестве электрода сравнения и вспомогательного электрода использовали монокристаллический кремний. В качестве рабочего электрода использовалась стеклоуглеродная пластинка. Вольтамперограммы снимались с помощью потенциостата-гальваностата AUTOLAB 302N и программного обеспечения Nova 1.5. Скорость развертки потенциала варьировалась от 0,10 до 1.5 В/с. Сопротивление электролита учитывалось и аппаратно компенсировалось. Начальная стадия фазозарождения и роста кластеров кремния имеет большое значение для формирования структуры электролитического осадка. Поэтому проводилось кратковременное (0.0001 с) электролитическое осаждение Si в потенциостатических условиях на стеклоуглеродной подложке с последующим изучением полученных и отмытых образцов методом SEM (сканирующей электронной микроскопии) и микрорентгеноспектральным анализом.

Полученные результаты и их обсуждение

На катодных частях вольтамперограмм, измеренных нами ранее в расплаве KCl-KF- SiF₆, всегда наблюдался пик, связанный с выделением кремния.[2]

На вольтамперограмме (рис.1), полученной в расплаве NaI-KI-K₂SiF₆ (0.1 мас.% Si) на стеклоуглеродном электроде, не наблюдался отдельный катодный пик выделения кремния. Фактически видна только одна катодная волна, которую мы относим к процессу совместного выделения кремния и щелочного металла. Увеличение скорости развертки потенциала на порядок до 1.5 В/с не изменяло общий характер кривой.

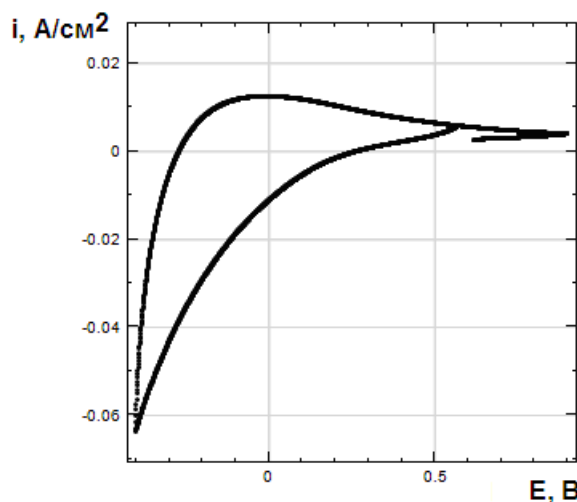


Рис.1. – Типичная вольтамперограмма на стеклоуглероде в расплаве NaI-KI-K₂SiF₆ при 750⁰С и v=0.10 В/с.

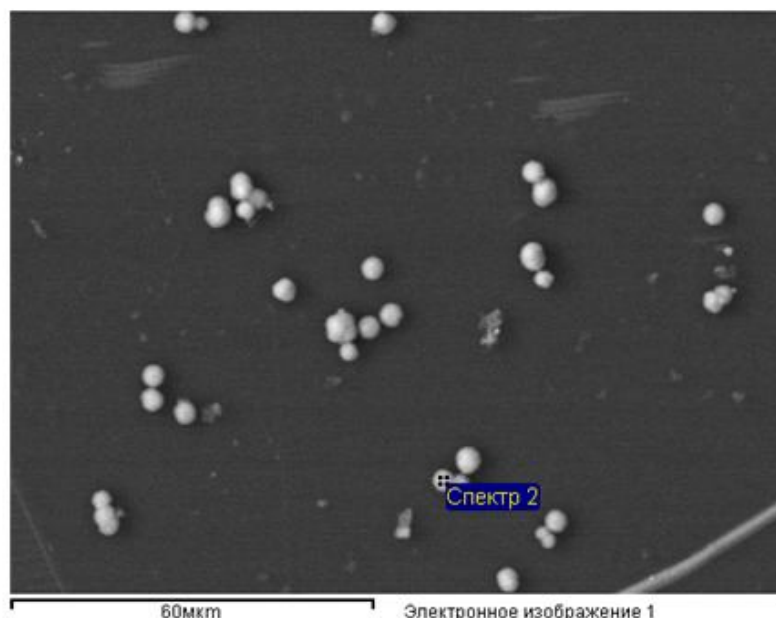


Рис.2. SEM – фотография кластеров Si на стеклоуглеродном электроде, $\eta = -0.005$ В; $t = 0,0001$ с в расплаве KI-NaI-K₂SiF₆.

Вероятно, что наличие большого количества ионов йода в вышеуказанном расплаве солей смещают положение пика катодного восстановления кремния в отрицательную сторону по шкале потенциалов, в результате этот пик сливается с пиком соответствующим выделению щелочного металла. Кратковременный ($t=0.0001$ с) электролиз в потенциостатическом режиме ($\eta=5$ мВ относительно кремниевого электрода сравнения) проведен в электролите KI-NaI-K₂SiF₆. На рис.2 можно наблюдать кластеры диаметром около 3 - 4 мкм, образовавшиеся на

стеклоуглеродной подложке. Микрорентгеноструктурный анализ свидетельствует, что основным компонентом этих кластеров является кремний (см. рис.3).

Щелочной металл в изученных образцах, полученных при таких малых перенапряжениях, практически отсутствует. Кластеры Si имеют шарообразную форму и закрывают лишь небольшую часть поверхности электрода.

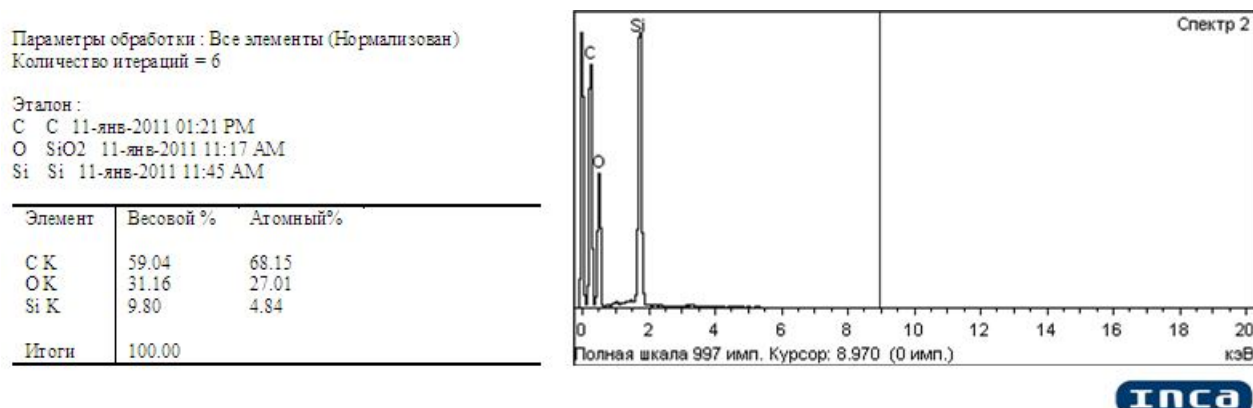


Рис.3. Данные микрорентгеноспектрального анализа образца кластеров Si на стеклоуглеродном электроде, $U=-0.005$ В; $t=0.0001$ с в расплаве KI-NaI-K₂SiF₆.

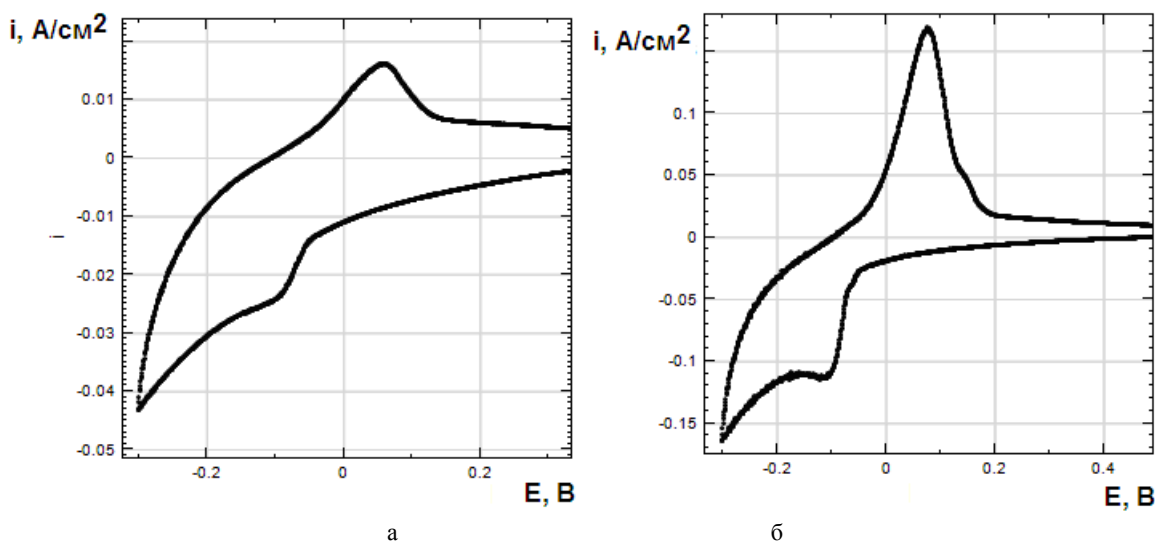


Рис. 4. Вольтамперограммы, полученные на стеклоуглеродном электроде при $T=750^{\circ}\text{C}$ и $\nu=0.10$ В/с в расплаве NaI – KI – K₂SiF₆, содержащем: а) -30 мол.% KF; б) 50 мол.% KF.

В расплаве NaI-KI-K₂SiF₆ с добавкой 10 мол.% KF при прочих сходных условиях эксперимента катодный пик выделения кремния по-прежнему выявить не удалось. Вольтамперограмма, полученная в этом случае, была подобна зависимости, изображенной на рис.1.

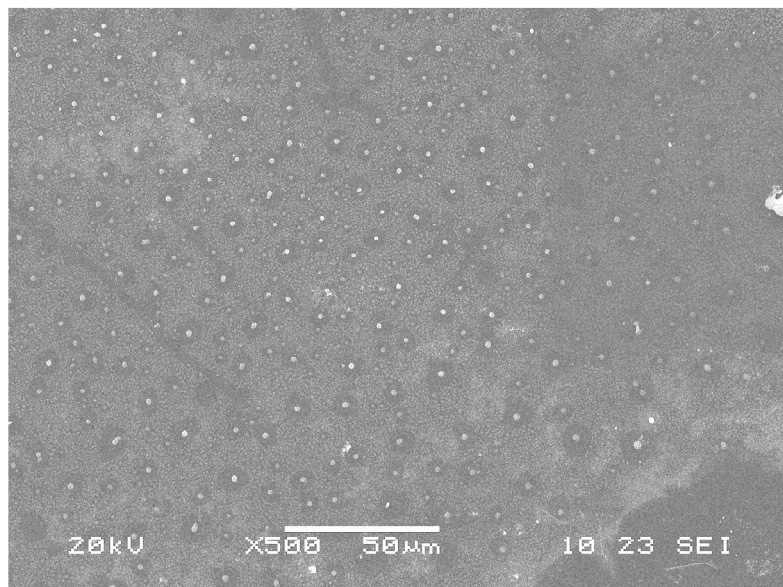


Рис. 5. SEM – микрофотография кластеров Si на стеклоуглеродном электроде, $\eta = -0.005$ В; $t = 0.0001$ с в расплаве KI-NaI-K₂SiF₆-KF(50 мол.%).

Введение в исходный расплав NaI-KI-K₂SiF₆ 30 и 50 мол.% KF соответственно, существенно изменило вид экспериментальных вольтамперограмм (Рис.4 а и б). На них явно проявился катодный пик при потенциале около -80 мВ, который можно отнести к процессу выделения фазы кремния. По всей видимости, при увеличении содержания KF в расплаве кинетические затруднения при электролитическом выделении Si

уменьшаются значительно, чем диффузионные затруднения по доставке и отводу ионов в расплаве.

Кратковременный ($t = 0.0001$ с) электролиз в потенциостатическом режиме ($\eta = 5$ мВ относительно кремниевого электрода сравнения) был проведен в электролите KI-NaI-K₂SiF₆-KF (50 мол.%). На SEM микрофотографиях полученных в вышеуказанном расплаве осадков (рис.5) можно выделить два вида кластеров: относительно большие кластеры (диаметром 2-3 мкм) с круговой зоной чистой электродной поверхности вокруг них диаметром 8 -10 мкм и множества мелких кристаллов диаметром 0.6 - 0.8 мкм, равномерно распределенных по поверхности электрода. Микрорентгеноспектральный анализ этих кластеров показал наличие в них наряду с кремнием небольшого количества калия.

Заключение

Показано, что введение добавок фторид-ионов в кремнийсодержащий расплав на основе иодидных солей облегчает процесс электровыделения кремния и увеличивает количество зародышей кремния на электродной подложке из стеклоуглерода.

Литература

1. Electrodeposition of silicon from fluoride melts / Geir Martin Haarberg, Lord Famiyeh, Ana Maria Martinez, Karen S. Osen. // *Electrochimica Acta*. 2013. Vol. 100, P. 226-228.
2. Вольтемперометрическое исследование электровосстановления ионов кремния на электродах из серебра и стеклоуглерода в расплаве KF-KCl-K₂SiF₆ / Жук С.И., Минченко Л.М., Чемезов О.В., Зайков Ю.П. // *Вестник ТГУ*, – 2013. – т.18, № 5. – С. 2201-2204.
3. Патент РФ № 2012119053/02, 27.06.2013. Чемезов О.В., Виноградов-Жабров О.Н., Поволоцкий И.М., Зайков Ю.П. Способ получения нано- и микроструктурных порошков и/или волокон кристаллического и/или рентгеноаморфного кремния // Патент России № 2486290, 2012. Бюл. № 18.
4. Справочник химика / Никольский Б.Н., Григорьев О.Н., Позин М.Е., Порай-Кошиц Б.А., Рабинович В.А., Рачинский Ф.Ю., Романков П.Г., Фридрихсберг Д.А. . 2-е изд., перераб. и доп., Л.: Химия, 1966. т.2, с. 82-83, 136-137.

References

1. Electrodeposition of silicon from fluoride melts / Geir Martin Haarberg, Lord Famiyeh, Ana Maria Martinez, Karen S. Osen. // *Electrochimica Acta*. 2013. Vol. 100, P. 226-228.
2. Vol'temperometricheskoe issledovanie jelektrovosstanovleniya ionov kremniya na jelektroдах iz serebra i steklougl'eroda v rasplave KF-KCl-K₂SiF₆ / Zhuk S.I., Minchenko L.M., Chemezov O.V., Zajkov Ju.P. // *Vestnik TGU*, – 2013. – Vol.18, № 5. – S. 2201-2204.
3. Patent RF № 2012119053/02, 27.06.2013. Chemezov O.V., Vinogradov-Zhabrov O.N., Povolockij I.M., Zajkov Ju.P. Sposob polucheniya nano- i mikrostrukturnykh poroshkov i/ili volokon kristallicheskogo i/ili rentgenoamorfnoгo kremniya // *Patent Rossii* № 2486290, 2012. Bjul. № 18.
4. Spravochnik himika / Nikol'skij B.N., Grigor'ev O.N., Pozin M.E., Poraj-Koshic B.A., Rabinovich V.A., Rachinskij F.Ju., Romankov P.G., Fridrihsberg D.A. . 2-e izd., pererab. i dop., L.:Himija, 1966. Vol.2, s. 82-83, 136-137.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

Андреева И.С.¹, Соловьянова Н.А.², Вечканов В.А.³, Терновой В.А.⁴

¹канд. биол. наук, доцент, зав. лабораторией, ²научный сотрудник, ³младший научный сотрудник, ⁴канд. биол. наук, зав. лабораторией, Федеральное бюджетное учреждение науки государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», р.п. Кольцово Новосибирской области, РФ

РАЗНООБРАЗИЕ ПСИХРОТОЛЕРАНТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Аннотация

При микробиологическом исследовании высотных и наземных аэрозолей воздуха выделены психрофильные и психротолерантные микроорганизмы, имеющие оптимум роста при температуре 6-10°C с общей концентрацией для разных высот от $3,20 \times 10^2$ до $1,13 \times 10^5$ КОЕ/м³. Среди выделенных холодолюбивых изолятов в большем количестве и разнообразии, чем среди мезофилов, были представлены пигментные неспороносные бактерии родов *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Arthrobacter*, *Micrococcus* и пигментные дрожжи родов *Sporobolomyces*, *Cryptococcus* и ряд других. Высокую численность психротолерантных микроорганизмов наблюдали в образцах аэрозолей, взятых как в холодный, так и в теплый период года. Обнаружены как сапрофитные, так и патогенные и условно-патогенные микроорганизмы. Выявлены дрожжи рода *Aureobasidium* активно продуцирующие меланины, перспективные для биотехнологических разработок.

Ключевые слова: высотные и наземные аэрозоли атмосферного воздуха, психрофильные и психротолерантные микроорганизмы.

Andreeva I.S.¹, Solovyayanova N.A.², Vechkanov V.A.³, Ternovoy V.A.⁴

¹PhD. in Biology, Associate Professor, Head of Laboratory, ²Researcher, ³Junior Researcher, ⁴PhD. in Biology, Head of Laboratory
FBUN SRC VB Vector Koltsovo, Novosibirsk region, Russian Federation

THE DIVERSITY OF PSYCHROTOLERANT MICROORGANISMS IN ATMOSPHERIC AEROSOLS OF WESTERN SIBERIA

Abstract

*Psychrophilic and psychrotolerant microorganisms with the optimum growth temperature of 6-10°C at the total concentration for different altitudes from $3,20 \times 10^2$ to $1,13 \times 10^5$ CFU/m³ were isolated in a microbiological study of high-altitude and near-ground atmospheric aerosols. Pigmented nonsporogenous bacteria of the genera *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Arthrobacter*, *Micrococcus* and pigmented yeasts of the genera *Sporobolomyces*, *Cryptococcus* and some others were presented among the isolated psychrophilic isolates in greater quantities and with greater variety than among mesophiles. Large numbers of psychrotolerant microorganisms were found in aerosol samples collected both during the cold and the warm season. Both saprophytic as well as pathogenic and conventionally pathogenic microorganisms were detected. Yeasts of the genus *Aureobasidium* actively producing melanin and showing promise for biotechnological developments were found.*

Keywords: high-altitude and near-ground atmospheric aerosols, psychrophilic and psychrotolerant microorganisms.

Холодолюбивые (психрофильные и психротолерантные) микроорганизмы широко распространены в природе, формируя постоянную микрофлору регионов вечного холода, полярных регионов и океанов, регионов, с пониженными температурами в течение всего года [1]. Приспособление к понижению температуры связывают с изменением состава мембран, со способностью к образованию криопротекторов, повышенным синтезом ключевых ферментов [2]. Психрофилия не является свойством какой-то конкретной систематической группы. Многие психрофилы являются грамотрицательными бактериями, и их представители выявлены среди родов *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Chromobacter*, *Acinetobacter*, *Cytophaga*. Среди грамположительных бактерий психрофилы описаны у видов рода *Clostridium*, *Bacillus*, *Micrococcus* и др. [3, 4]. Холодостойкие

дрожжи известны среди родов *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Pichia*, *Torulopsis*, *Candida* и др. [5, 6]. Несмотря на важность психрофильных организмов в условиях нашей страны, они изучены крайне недостаточно. В настоящей работе представлены данные по численности и разнообразию психротолерантных бактерий и дрожжей, выделенных из образцов атмосферных аэрозолей юга Западной Сибири.

Материалы и методы

Для отбора проб атмосферных аэрозолей использовали импинджеры, содержащие в качестве сорбирующей жидкости 50 мл раствора Хенкса (ICN iomedicals). Высотные пробы аэрозолей отбирали в дневное время с помощью лаборатории «Оптик-Э», смонтированной на базе самолетов АН-30 или ТУ-154, на высотах 7000, 5500, 4000, 2000, 1500, 1000 и 500 м. над Караканским бором (правый берег р. Обь). Наземные пробы воздуха отбирали в импинджеры в течение 30 мин с расходом 50 л/мин на площадках, расположенных на территории ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» и в поселке Ключи Новосибирской области. Отобранные пробы из импинджеров высевали на жидкую и агаризованную питательную среду LB (Difco, США), обедненную среду LB (разбавление 1:10) с добавлением агара до 1,7 %, крахмало-аммиачный (КАА) и почвенный агар (ПА), среду Сабуро. Высевы инкубировали в термостате при температуре 28–30 °C и 6–10°C, в течение 3–14 суток. Индивидуальные колонии бактерий, выросшие на агаризованных средах, использовали для получения чистых культур и последующего их анализа. Морфологию клеток микроорганизмов исследовали методом фазово-контрастной микроскопии с помощью микроскопа Axioskop 40 (Carl Zeiss, Германия). Изучение физиологических и биохимических свойств изолятов, проведение косвенных тестов на патогенность, устойчивость к антибиотикам выполняли стандартными методами [7, 8].

Генетический анализ бактериальных изолятов проводили с помощью ПЦР со специфическими праймерами (16S рРНК), полученные ДНК фрагменты секвенировали на автоматическом секвенаторе Applied Biosystems 3130xl. Клетки бактериальных изолятов разрушали лизирующим буфером (комплект реагентов для выделения ДНК/РНК, НПФ Литех, Россия) в течение 30 минут и затем выделяли суммарную мРНК согласно прилагаемой к набору инструкции. Построение кДНК проводили с рендом-праймеров, с использованием реактивов, буфера и обратной транскриптазы производства ИнтерЛабСервис (Россия). ПЦР проводили с использованием буфера и полимеразы производства СибЭнзим (Россия) в соответствии с инструкцией по применению. Использовалась следующая программа для проведения ПЦР:

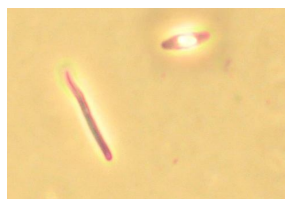
- 94 °C – 10 сек, 60 °C – 20 сек, 72 °C - 30 сек, 40 циклов,

- затем - 72 °C - 7 мин. Продукты ПЦР анализировали в 2.0 % агарозном геле. Определение нуклеотидной последовательности фрагмента генома протеобактерий проводили на автоматическом секвенаторе Applied Biosystems 3130xl (“Hitachi”) с использованием набора ABI prism Big Dye terminator V3.1 cycle. Для секвенирования использовали продукты амплификации длиной 1360 п.о. Выравнивание производилось с помощью программы «Lasergene 7.1». Филогенетический анализ осуществлялся с помощью программного обеспечения «MEGA4» (методом NJ “Neighbor-Joining”).

Результаты и обсуждение

По результатам фенотипического и геномного анализа микроорганизмов проб атмосферного воздуха были выявлены представители родов *Brevibacillus*, *Kocuria*, *Brevundimonas*, *Deinococcus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Flavobacterium*, *Acetobacter*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, *Streptomyces*, *Streptococcus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Sporidiobolus*, *Aureobasidium*, *Sporobolomyces*, *Cryptococcus* и др., основные морфологические типы представлены на рис. 1. При этом общая концентрация микроорганизмов способных расти при 6–10°C для разных высот составляла от $3,20 \times 10^2$ до $1,13 \times 10^5$ КОЕ/м³.

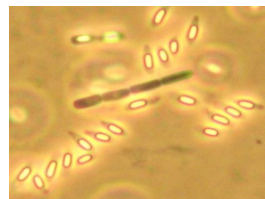
Спорообразующие бактерии



St 395

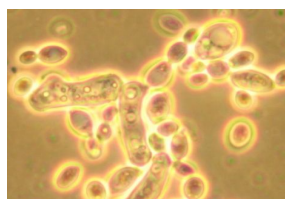


St 396

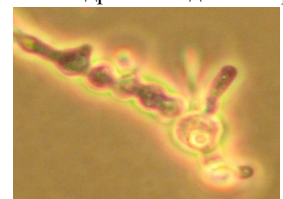


St-536

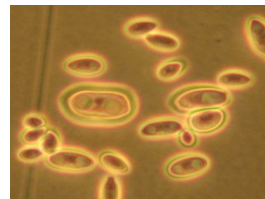
Дрожжи и дрожжеподобные грибы



St 503

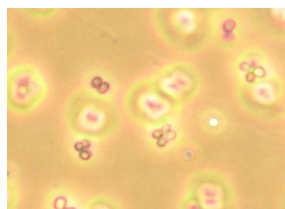


St 411

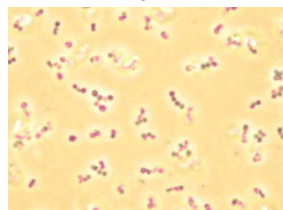


St-458

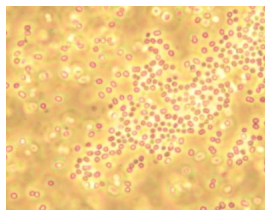
Кокки



St 386

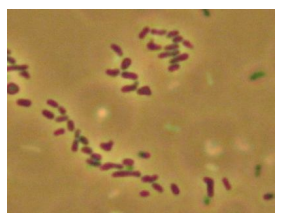


St 360

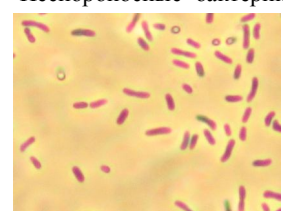


St 419

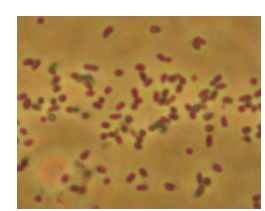
Неспороносные бактерии



St-462



St 366



St-481

Рис. 1. Разнообразие микроорганизмов, выделенное при высеве атмосферных аэрозолей.

Следует отметить, что при всех прочих равных условиях, концентрация психрофильных микроорганизмов в ряде образцов была на 2-3 порядка больше, по сравнению с численностью изолированных мезофильных микроорганизмов. Высокая численность

психротолерантных микроорганизмов наблюдалась, как правило, в образцах взятых как в холодный, так и в теплый период года (рис. 2-4).

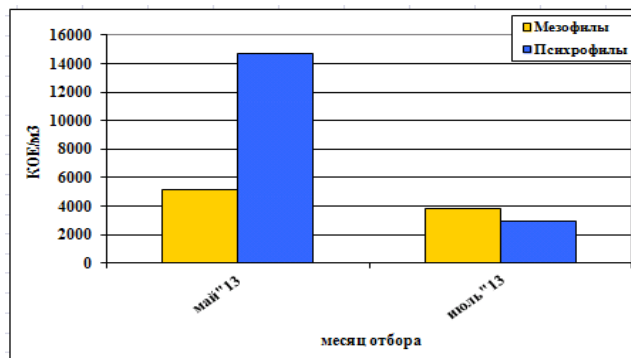


Рис. 2. Концентрация психрофильных и мезофильных микроорганизмов (кл./м³) в приземном слое воздуха на территории п. Ключи в мае и июле 2013 года

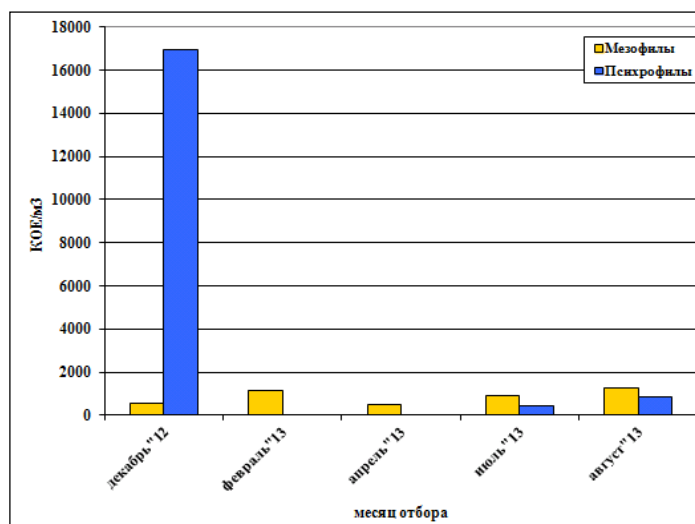


Рис. 3. Концентрация психрофильных и мезофильных микроорганизмов (кл./м³) в высотных пробах воздуха над Каракумским бором

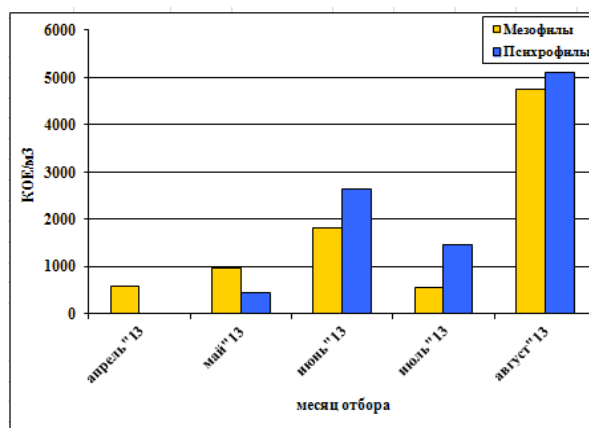


Рис.4. Концентрация микроорганизмов (кл./м³) в приземном слое воздуха п. Кольцово с апреля по август 2013 года

Среди выделенных холодолюбивых изолятов в большем количестве и разнообразии, чем среди мезофилов, были представлены пигментные неспороносные бактерии и дрожжи. Бактерии, образующие пигменты, обнаружены среди представителей таких родов как *Sphingomonas* (St-143, St-167, St-227, St-233 и др.), *Staphylococcus* (St-177, St-191, St-237 и др.), *Nocardia* (St-198, St-199), *Methylobacterium* (St-207, St-210), *Corynebacterium* (St-212), *Rhodococcus* (St-261, St-266), *Micrococcus* (St-234 и др.), *Flavobacterium* (St-239, St-242, St-243, St-244 и др.). Изолированы также в значительном количестве пигментированные штаммы дрожжей, формирующих преимущественно розовые колонии с окраской разных оттенков и интенсивности (St-247, St-251 и др.). В значительно большем разнообразии, выделялись дрожжи, имеющие адаптивные признаки, свидетельствующие об их приспособленности к такой среде обитания, как филлосфера: интенсивная пигментация колоний, формирование баллистоспор, сахаролитическая активность в отсутствии гидролитической ферментной системы. Дрожжи с подобными характеристиками могли попасть в атмосферные аэрозоли с частичками пыли, представленными остатками растительного опада [9, 10].

При инкубировании выделенных штаммов дрожжей при температурах от 6-10 и до 42°C выяснено, что ни один из них не растет при температуре 42°C, все исследуемые штаммы имеют умеренный рост при температурах от 20 до 28°C и обильный, интенсивный рост при температуре 6-10°C. В сравнении с мезофильными контрольными культурами дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и *Candida albicans* температурный оптимум роста выделенных штаммов был сдвинут в область пониженных температур. Исключением являлся штамм St-450, определенный как *Rodotorula ssp.*, относящийся к базидиомицетам семейства *Cryptococcaceae*, активно растущий, как свойственно представителям этого рода, прежде всего патогенным, в широком диапазоне температур - от 6 и до 37°C.

Выделенные из аэрозолей штаммы дрожжей отличались формой и размерами клеток, типом почкования (рис.5). Следует отметить, что помимо размножения почкованием штаммы дрожжей, отнесенные к базидиомицетам таких родов как *Sporidiobolus*,

Sporobolomyces, *Bullera*, были способны образовывать баллистоспоры. О наличии баллистоспор можно было судить по зеркальному отображению на крышке чашки, перевернутой вверх дном, колоний дрожжей, растущих на агаре за счет напыления отбрасываемых спор (А, рис. 6, штамм St-448.). В природе эти дрожжи относятся к «сухопутным», обитают в составе эпифитной микрофлоры и особенно распространены на листовой поверхности культурных и диких злаков [10].

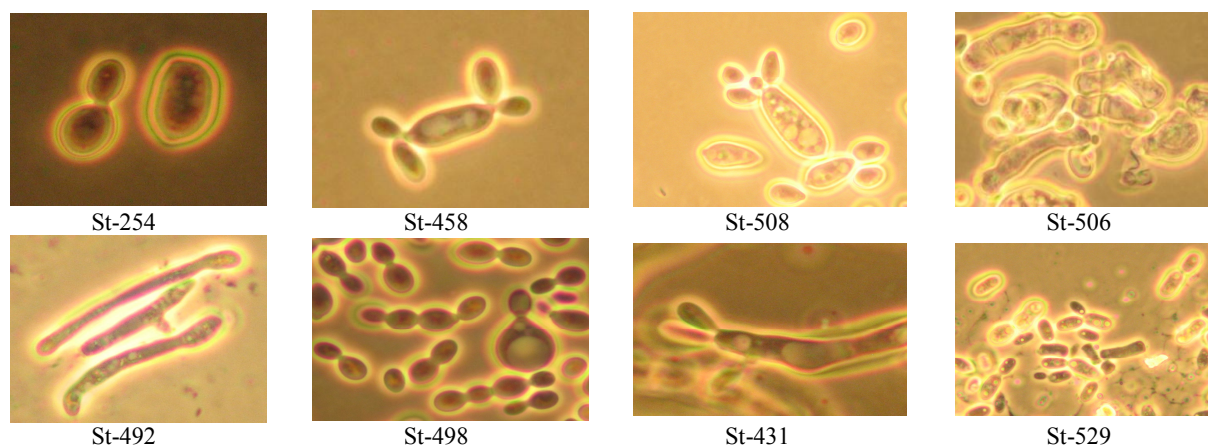


Рис. 5. Морфология клеток и особенности вегетативного размножения почкованием и делением штаммов дрожжей, выделенных из аэрозолей.

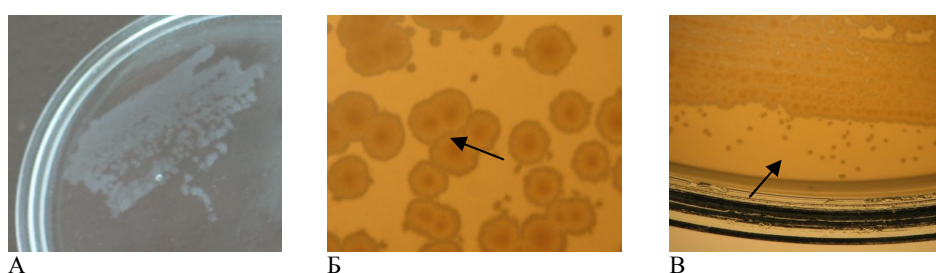


Рис. 6. А - зеркальное отображение на крышке чашки Петри штриха штамма дрожжей St-448, образующееся за счет «отстреливания» баллистоспор клетками, растущими в этой же чашке на агаризованной среде;

Б – первичные крупные колонии и В - вторичный рост мелких колоний, обусловленный формированием баллистоспор, отбрасываемых первичными колониями.

В соответствии с фенотипическим анализом штаммы St-880 и Dr-1, образующие черный, меланоидный пигмент, отнесены к роду *Aureobasidium*, виду *A. pullmans*. Микроорганизмы этого рода являются космополитами, чаще всего встречаются на наземных частях растений и во влажных местах обитания. У человека грибы вида *A. pullmans* могут быть выделены как загрязняющие покровы человека, их также связывают с отдельными случаями кератита, перитонита, легочной инфекции и инвазийного микоза больных СПИДом [11].

В результате выполненной работы выяснено, что в высотных и наземных аэрозолях атмосферного воздуха психротолерантные микроорганизмы представлены большим разнообразием дрожжей, грамположительных и грамотрицательных бактерий, с численностью в значительной части образцов близкой к количественной характеристике обнаруживаемых мезофильных микроорганизмов или превышающей её. Выделены штаммы дрожжей, продуцирующие каратиноидные и меланиновые пигменты, представляющие интерес для биотехнологии. Показано, что представители родов *Aureobasidium*, *Sporidiobolus*, *Candida*, *Rodotorulla* и ряда других, среди которых известны патогенные и условно-патогенные штаммы, широко представлены среди психротолерантных дрожжей, выделенных из аэрозолей атмосферного воздуха.

Литература

1. Ленгелер Й. Современная микробиология: прокариоты: в 2 т.; пер. с англ. / Й. Ленгелер, Г. Древис, Г.Шлегель. – М.: Мир, 2005. – 695 с.
2. Ермилова Е.В. Молекулярные аспекты адаптации прокариот / Е.В. Ермилова. - СПб: Изд-во Санкт-Петерб. ун-та, 2007. – С. 172-179 с.
3. RÜGER H.J., FRITZE D. and SPRÖER C.: New psychrophilic and psychrotolerant *Bacillus marinus* strains from tropical and polar deep-sea sediments and emended description of the species // Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 2000.- № 50.- P. 1305-1313.
4. Liu, H.; Xu, Y.; Ma, Y.; Zhou, P. Characterization of *Micrococcus antarcticus* sp. nov., a psychrophilic bacterium from Antarctica. // Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 2000.- № 50.- P. 715–719.
5. Eva Brandal, Benedetta Turchetti1, Guglielmina Diolaiuti2, Massimo Pecci3, Claudio Smiraglia2 & Pietro Buzzin Yeast and yeast-like diversity in the southernmost glacier of Europe (Calderone Glacier, Apennines, Italy) // FEMS Microbiol. Ecol. 2010. - №72.- P. 354–369.
6. Connell LB, Redman R, Craig S, Scorzetti G, Iszard M & Rodriguez R Diversity of soil yeasts isolated from South Victoria Land, Antarctica. // Microb. Ecol. 2008.- № 56.-P. 448–459.
7. Хоулт Дж., Криг Н., Снит П. Определитель бактерий Берджи в 2 тт. - 1997. - 800 с.
8. Методы общей бактериологии: Пер. с англ./Под ред. Ф. Герхардта и др. — М.: Мир, 1984. — 264 с.
9. Кудрявцев В.И. Систематика дрожжей //М.: изд-во АН СССР, 1954. – 427 с.
10. Бабьева И.П., Чернов И.Ю. Биология дрожжей // Москва, 2004.-221 с.
11. Д. Саттон, А.Фотергилл, М. Ринальди Определитель патогенных и условно патогенных грибов // Москва, «Мир», 2001.-С. 468 с.

References

1. Lengeler J. Sovremennaja mikrobiologija: prokarioty: v 2 t.; per. s angl. / J. Lengeler, G. Drevis, G.Shlegel'. – М.: Mir, 2005. – 695 s.
2. Ermilova E.V. Molekuljarnye aspekty adaptacii prokariot / E.V. Ermilova. - Spb: Izd-vo Sankt-Peterb. un-ta, 2007. – С. 172-179 s.
3. RÜGER H.J., FRITZE D. and SPRÖER C.: New psychrophilic and psychrotolerant *Bacillus marinus* strains from tropical and polar deep-sea sediments and emended description of the species // Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 2000.- № 50.- P. 1305-1313.

4. Liu, H.; Xu, Y.; Ma, Y.; Zhou, P. Characterization of *Micrococcus antarcticus* sp. nov., a psychrophilic bacterium from Antarctica. // Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 2000.- № 50.- P. 715–719.
5. Eva Brandal, Benedetta Turchetti1, Guglielmina Diolaiuti2, Massimo Pecci3, Claudio Smiraglia2 & Pietro Buzzin Yeast and yeast-like diversity in the southernmost glacier of Europe (Calderone Glacier, Apennines, Italy) // FEMS Microbiol. Ecol. 2010. - №72.- P. 354–369.
6. Connell LB, Redman R, Craig S, Scorzetti G, Iszard M & Rodriguez R Diversity of soil yeasts isolated from South Victoria Land, Antarctica. // Microb. Ecol. 2008.- № 56.-P. 448–459.
7. Hoult Dzh., Krig N., Snit P. Opredelitel' bakterij Berdzhii v 2 tt. - 1997. - 800 s.
8. Metody obshej bakteriologii: Per. s angl./Pod red. F. Gerhardta i dr. — M.: Mir, 1984. — 264 s.
9. Kudrjavcev V.I. Sistematika drozhzhej //M.: izd-vo ANSSSR, 1954. — 427 s.
10. Bab'eva I.P., Chernov I.Ju. Biologija drozhzhej // Moskva, 2004.-221 s.
11. D. Satton, A.Fotergill, M. Rinal'di Opredelitel' patogennyh i uslovno patogennyh gribov // Moskva, «Mir», 2001.-S. 468 c.

Крумлик В.Ю.¹, Изгарышева Н.В. ,²Кригер О.В.³

¹Аспирант; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, ²кандидат технических наук, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, ³кандидат технических наук, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.

СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЛАЗМЫ СВИНОЙ КРОВИ С ЕЕ АНАЛОГАМИ.

Аннотация

В данной статье производится сравнение качественных и количественных показателей пенообразователей двух вариантов плазмы свиной крови, полученной с использованием различных стабилизаторов, с пищевым желатином и яичным белком.

Ключевые слова: пенообразователь, плазма, кратность пены.

Krumlikov V.Y.¹, Izgarisheva N.V.², Kriger O.V.³

¹Graduate student, Kemerovo institute of food science and technology, ²Candidate of Engineering Sciences, Kemerovo institute of food science and technology, ³Candidate of Engineering Sciences, Kemerovo institute of food science and technology.

COMPARISON OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE INDICATORS FROTHERS PIG BLOOD PLASMA AND ITS ANALOGUE

Abstract

This article compares the qualitative and quantitative performance of two embodiments foamers porcine blood plasma obtained by using various stabilizers, with gelatin and egg white.

Keywords: foaming agent, plasma, the multiplicity of foam

Плазма свиной крови на сегодняшний день является пенообразователем, имеющим достаточно большие экономические и промышленные перспективы. В данной статье производится сравнение качественных и количественных показателей пенообразователей двух вариантов плазмы свиной крови, полученной с использованием различных стабилизаторов, с пищевым желатином и яичным белком.

С помощью исследований были сравнены следующие параметры пены:

- кратность;
- устойчивость во времени;
- дисперсность.

Одним из наиболее важным показателей пены является ее кратность, представляющая собой отношение объема полученной пены к объему раствора использованного для ее образования.

Важность этого показателя объясняется тем, что он характеризует эффективность пенообразователя.

Для желатина величина кратности пенообразователя изменяется от 1,4 до 2,31 при изменении концентрации от 0,5 до 3,5 г/л. Если использовать концентрацию 2,5 3,0 и 3,5 г/л то можно добиться стабильно максимальных показателей пенообразователя – от 2,3 до 2,31.

При применении больших концентраций происходит незначительное увеличение кратности пенообразователя. Данное увеличение можно считать нецелесообразным.

В случае с сублимированным яичным белком наблюдается та же динамика, как и в случае с желатином. Но в отличие от желатина в данном случае наблюдается большая кратность пенообразования, которая составляет от 1,8 до 3,85 при концентрации от 0,5 до 3,5 г/л. Максимальные показатели пенообразователя – 3,7-3,85, которым соответствует концентрация от 2,0 до 3,5 г/л.

Лучшие показатели пенообразователя – 2,3-2,31 при использовании концентрации 2,5 г/л, 3,0 г/л и 3,5 г/л.

Увеличение концентрации незначительно увеличивает кратность пенообразования, поэтому, как и в случае с желатином, является нецелесообразным.

В случае со свиной плазмой при использовании стабилизатора №1, получающегося при смешении растворов 0,75%-ного Na_3PO_4 и 4%-ного раствора $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ в пропорциях 1:1, наблюдается изменение кратности пены от 2,5 до 3,6 при соответствующем изменении концентрации от 0,5 до 3,5 г/л. Концентрация выше данных значений является нецелесообразной из-за незначительного увеличения показателей кратности пенообразования.

Данные представлены на рисунке 1.

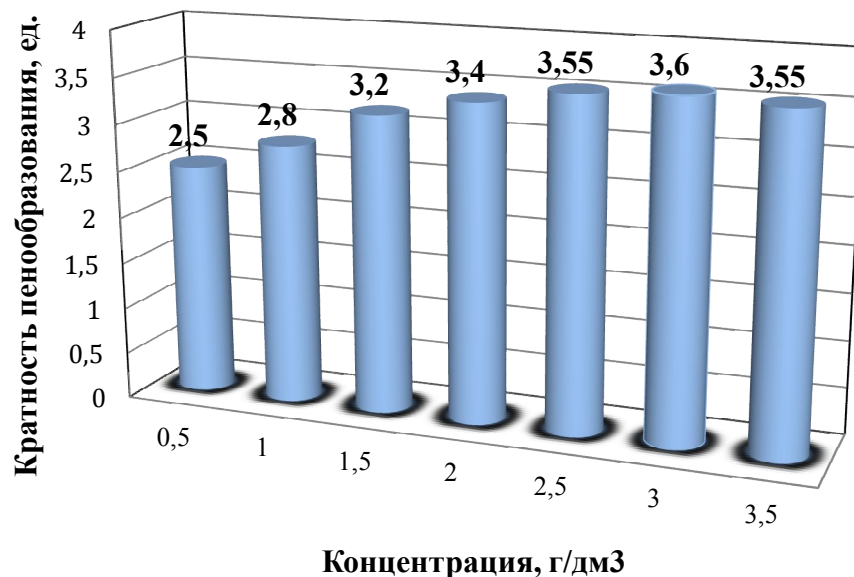


Рис.1 Влияние концентрации плазмы свиной сублимированной на кратность пенообразования с использованием стабилизатора №1.

Свиная сублимированная плазма, полученная при использовании стабилизатора №2, который представляет собой смесь растворов 0,75%-ного раствора Na_3PO_4 и 4%-ного раствора $\text{Na}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ в соотношении 2:3, показывает изменение величины кратности пенообразования от 2,4 до 3,6 при значениях концентрации от 0,5 до 3,5 г/л. В этом случае добиться максимально возможных показателей (2,4-3,6) можно при соответствующей концентрации от 2,5 до 3,5 г/л. Как и в случае со свиной плазмой, полученной при помощи стабилизатора №1, применение больших концентраций является нецелесообразным, т.к. ведет к незначительному увеличению значений кратности пенообразования.

Данные представлены на рисунке 2.

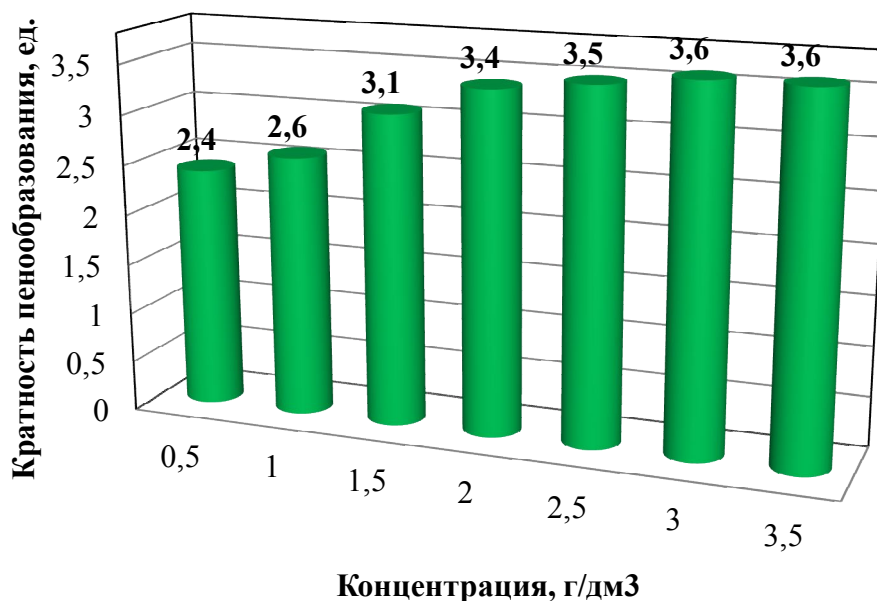


Рис.2 Влияние концентрации плазмы свиной сублимированной на кратность пенообразования, полученной при помощи стабилизатора №2

Далее сравнивая результаты пенообразования всех приведенных выше веществ, можно сделать следующие выводы.

Концентрация от 0,5 до 3,5 г/л обеспечивает положительные результаты для всех пенообразователей, рассмотренных выше. Минимальное значение наблюдается у желатина (1,4). Максимальное (3,85) для сухого сублимированного яичного белка.

Говоря о плазме, необходимо отметить, ее показатели пенообразования являются довольно высокими при применении концентраций от 2,0 до 3,5 г/л и наилучшими при малых концентрациях (0,5 г/л). Особых различий в значениях кратности пенообразования плазмы, полученной с помощью разных стабилизаторов не наблюдается.

При проведении исследований устойчивости для формируемых пен были получены следующие результаты.

В случае с желатином наибольшая устойчивость достигается при концентрации от 2,0 до 3,5 г/л, которая обусловлена меньшим падением столба пены (от 23% при концентрации 2,0 г/л до 9% при концентрации 3,5 г/л). Концентрации 0,5 и 1,0 г/л устойчивость минимальна.

При исследовании яичного желтка максимальное значение устойчивости наблюдалось при концентрациях 3,0 и 3,5 г/л. В этих случаях наблюдалось снижение столба пены максимум на 20%.

Для пены, полученной из плазмы свиной крови с помощью стабилизатора №1, наибольшая устойчивость наблюдалась при концентрациях от 2,0 до 3,5 г/л.

Для пены, полученной при помощи стабилизатора №2 были получены аналогичные значения.

Далее оценивался показатель дисперсности. Для его оценки использовались следующие параметры:

- средний радиус пузырька - радиус сферы, которая эквивалентна по объему пузырьку полиэдрической пены;

- условный диаметр (макс. расстояние между противоположными стенками);
- удельная поверхность раздела жидкость – газ.

В результате исследований можно сделать следующие выводы.

Для яичного белка структура пены является моодисперсной, для пены, полученной из желатина – полидисперсной. Так же пена является полидисперсной и в случае с плазмой свиной крови (для обоих видов стабилизаторов).

При проведении исследований влияния газонасыщения, с помощью роторно-пульсационной установки, на напряжение сдвига, были получены результаты, подтверждающие увеличение сил трения при увеличении доли воздушной фазы и увеличения значения пенообразующей способности при увеличении вязкости системы.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие итоговые выводы при сравнении пенообразователей из плазмы свиной крови и ее аналогов:

1- Показатели пенообразования плазмы достаточно высоки при использовании повышенных концентраций (от 2,0 до 3,5 г/л).

При малой концентрации 0,5 г/л показатели максимальные. Данные характерны для обоих образцов плазмы;

2- Наибольшая устойчивость пены достигается при применении концентраций 3,0 г/л и 3,5 г/л. При этом падение высоты столба пены зафиксировано в 25% и 16% и 29% и 26% для образцов №1 и №2 соответственно;

3- Пена плазмы свиной крови (сублимированной) обоих образцов имеет одинаковую дисперсность. Пена обладает полидисперсной системой со средним радиусом частицы 1,39 мм.;

4- При различных долях воздушной фазы, напряжение сдвига и прочность коагуляционного контакта имеют зависимость от состава применяемого стабилизатора, используемого для получения плазмы свиной крови.

Литература

1. Джафаров, А.В. Производство желатина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 286 с.
2. Белов В. Понятие о пищевых добавках, стабилизационных системах. Возможности использования стабилизационных систем при производстве молочных продуктов // Новые молочные продукты западного рынка и современные методы упаковки: материалы международного семинара. – СПб, 1996. – С. 15-22.
3. Антипова, Л.В. Некоторые аспекты переработки пищевой крови убойных животных <http://elibrary.ru/item.asp?id=10441047> / Л.В. Антипова, А.С. Пешков, А.Е. Топоркова // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 6. – С. 123.

References

1. Dzhafarov, A.V. Proizvodstvo zhelatina. – M.: Agropromizdat, 1990. – 286 s.
2. Belov V. Ponjatie o pishhevyyh dobavkakh, stabilizatsionnyh sistemah. Vozmozhnosti ispol'zovaniya stabilizatsionnyh sistem pri proizvodstve molochnyh produktov // Novye molochnye produkty zapadnogo rynka i sovremennyye metody upakovki: materialy mezhdunarodnogo semi-nara. – SPb, 1996. – S. 15-22.
3. Antipova, L.V. Nekotorye aspekty pererabotki pishhevoj krovi ubojnyh zhivotnyh <http://elibrary.ru/item.asp?id=10441047> / L.V. Antipova, A.S. Peshkov, A.E. Toporkova // Fundamental'nye issledovaniya. – 2008. – № 6. – S. 123.

Крюковский Р.А.¹, Сысоева Н.Ю.², Крюковская Г.М.³, Верховская Г.Л.⁴

¹Магистр, ²Кандидат ветеринарных наук, доцент, ³Кандидат ветеринарных наук, ⁴Заведующая лабораторией, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств», Москва

К ВОПРОСУ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОЗЕРА ЖИЖИЦКОЕ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Статья посвящена оценке экологического состояния природного проточного озера. В связи с большой антропогенной нагрузкой происходит нарушение сбалансированной структуры биоценоза, в том числе и паразитарной компоненты, являющейся неотъемлемой частью любого биоценоза. Для контроля окружающей среды нами изучены пресноводные моллюски как индикаторы паразитарного загрязнения. Получены данные о зараженности моллюсков возбудителями паразитозов.

Ключевые слова: моллюски, паразитозы, рыба.

Kryucovskij R.A.¹, Sysoeva N.Y.², Kryucovskaya G.M.³, Verkhovskaya G.L.⁴

¹Master, ²Candidate of Veterinary Sciences, Professor of Department, ³Candidate of Veterinary Sciences, ⁴Head of Laboratory, FGBOU VPO «Moscow state university of food productions», Moscow

BIOSAFETY ISSUES AT LAKE ZHIZHITSKOE, PSKOV OBLAST'

Abstract

The article describes ecology state at a natural drainage lake. Anthropogenic factors put a strain on a lake's balanced ecosystem, including its parasite component which exists in every biocenosis. We used limnetic molluscs to measure parasitic pollution. We have gathered data on mollusc parasitosis.

Keywords: molluscs, the parasitosis, fish.

Введение

Определение экологической ситуации в естественных водоемах проводят путем комплексного мониторинга окружающей природной среды с целью оценки и прогноза изменений отдельных ее компонентов под влиянием воздействий, предупреждения о создавшихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей, животных и других живых организмов.

Псковская область насчитывает более 13 крупных озер площадью более 10 кв. км, которые имеют рыбохозяйственное значение, в числе которых и озеро Жижицкое. Озеро достаточно мелкое, занимает порядка 60 км², максимальная глубина - 7,8 м. На дне озера скапливается ил - сапропель, вдоль водной кромки распространены камыш, тростник, рогоз и хвощ. Из водоплавающей птицы на озере селятся утки, на болотистых местах - вальдшнепы, в глубине леса обитают перепела, куропатки, глухари, рябчики.

В озере обитает около 25 видов различных пресноводных рыб, в том числе снеток, судак, лещ, укля, густера, плотва, щука, красноперка, окунь, ерш, угорь, линь, карась, язь, синец, жерех, сом, налим, пескарь, бычок-подкаменщик, вьюн и шиповка.

В природных экосистемах в результате интенсивной урбанизации наблюдается процесс изменения составляющих их компонентов. Особенно это становится заметным в водных экосистемах, которые являются местом аккумуляции последствий большинства антропогенных факторов. Происходит нарушение сбалансированной структуры их биоценозов, в том числе и паразитарной компоненты, которая является неотъемлемой частью любого биоценоза.

Разработка и апробация методик, позволяющих оценивать экологическое состояние природных водоемов, в связи с большой антропогенной нагрузкой, испытываемой природными комплексами в последнее время, становится все более актуальной. Так, например, из-за загрязнения стоками начинаются различные биогенные мутации. Из водоемов пропадают многие виды рыбы, а которые остаются - непригодны в пищу. Значительно скудеют флора и фауна водоемов. Избыток кислорода вызывает так называемое цветение. Изменяется и химический состав воды, повышается содержание азота, фосфора и хлорсодержащих веществ.

В последнее время появилась тенденция к бурению глубоких скважин на берегу озера. В восьмидесятых годах в районе деревни Смыки пробурена скважина до глубины залегания газов с содержанием сероводорода. Источник загрязнения находится на берегу реки Довжа, на расстоянии около 300 метров до озера Кадосно, которое соединяется с озером Жижицкое посредством реки Кадосница. На настоящий момент в деревне никто не живет из-за резкого насыщенного запаха сероводорода.

После 2010 года в районе деревни Подколодь на берегу озера Жижицкое частным лицом пробурена скважина с выделением воды и высоким содержанием сероводорода. Однако вопрос по влиянию данного техногенного воздействия на животный и растительный мир прибрежной зоны и озера в целом изучен недостаточно.

Химические или физические методы обнаруживают, в лучшем случае, наличие загрязнений, но не их последствия, тогда как биологические методы в оценке последствий загрязнений играют решающую роль.

В связи с этим организмы, населяющие водоемы, являются своего рода индикаторами, т. е. показателями вида и характера загрязнений. В настоящее время таких индикаторных организмов известно более тысячи. К таким индикаторным организмам относятся моллюски. Из всех таксонов макрозообентоса именно моллюски, в том числе и брюхоногие, широко распространены в континентальных водоемах, являются довольно крупными организмами, имеют прочный наружный скелет, хорошо сохраняющийся при отмирании, поэтому использование этой группы животных для биоиндикационных целей весьма выгодно в практическом отношении.

Целью наших исследований было определение биологической безопасности озера Жижицкое Псковской области методом мониторинга паразитофауны моллюсков. Для решения поставленной цели нами были решены следующие задачи:

- изучить видовой состав моллюсков;
- изучить степень зараженности моллюсков различными видами гельминтов.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования служили моллюски, собранные из озера Жижицкое в период 2014 г. в прибрежной части водоема по стандартной методике. Моллюсков собирали в летний период при помощи скребка на водной растительности вдоль береговой линии, имеющей различную степень антропогенной нагрузки. Каждая проба содержала по 3-5 экземпляров половозрелых животных (40-80 мм) с общим весом без раковин не менее 50 г. Отобранных моллюсков помещали на фильтровальную бумагу и после удаления раковин заворачивали в фольгу или кальку. Раковины собирали и анализировали отдельно. Всего было исследовано 135 экземпляров.

Камеральное изучение материала начинали с определения родовой принадлежности моллюсков. Видовую принадлежность моллюсков определяли по морфологическим признакам по работам А.П. Стадниченко (2004), и Н.Д. Кругловой (2005). При идентификации видовой принадлежности организмов использовались определительные таблицы Старобогатова Я.И. (1977).

При исследовании моллюсков на наличие личинок гельминтов применяли метод прижизненной диагностики и компрессионный метод. Проводили фазово-контрастную микроскопию смывов с подошвы, мантийной полости и компрессионное исследование гепатопанкреаса.

Статистическую обработку результатов проводили общепринятыми методами.

Результаты исследования

Видовой состав собранных моллюсков озера Жижицкое представлен брюхоногими моллюсками семейства Lymnaeidae, рода Lymnaea, а также семействами Planorbidae., Viviparus и Unionidae.

Всего нами было исследовано 135 моллюсков семейства Lymnaeidae и Planorbidae, их довольно много в пробе, взятой на каждой площадке (до 24 особи), и

При анализе результатов паразитологических исследований зараженности моллюсков личинками гельминтов нами установлено, что 127 моллюсков (94,07 % случаев) заражены церкариями и метацеркариями трематод семейства Echinostomatidae. Это связано с тем, что церкарии Echinostomatidae могут внедряться снова в моллюсков и использовать их в виде второго промежуточного хозяина (Коробов О.И., 2010). Экстенсивность моноинвазии моллюсков вида Lymnaea stagnalis церкариями трематод семейства Echinostomatidae составила 28,34 %, для Lymnaea truncatula отмечали более низкую зараженность личинками трематод Echinostomatidae, при этом церкарии трематод семейства Echinostomatidae обнаруживали у них в 24,41 % случаев, а метацеркарии – в 8,66 % случаев. В моллюсках семейства Planorbidae мы обнаруживали церкарии трематод Diplostomum sp. семейства Diplostomatidae в 3,14 % случаев, метацеркарии – в 6,29 % случаев.

Следует отметить, что, что круг окончательных хозяев у трематод достаточно широк и включает как домашних, так и многих диких животных. Это в конечном итоге обуславливает природно-очаговое распространение инвазий, а отсюда и трудности в организации высокоэффективных профилактических мероприятий. Это важный фактор, так как многие жители деревень Жижицкой волости используют на корм домашней птицы, в том числе водоплавающей, рыбу сырец и рыбные отходы.

Инвазированность моллюсков личинками трематод позволяет сделать вывод, что озеро Жижицкое является неблагоприятным по паразитарным болезням водоплавающей и рыбоядной птицы, которая является основным хозяином выявленных трематод. Поэтому для оценки паразитологического неблагополучия естественных водоемов мы предлагаем использовать в качестве индикаторов моллюсков.

Заключение

Брюхоногие моллюски встречаются почти во всех природных водоемах, существующих хотя бы несколько недель в году. Но их видовой состав, разнообразие и обилие в разных местах резко различаются. Как правило, наиболее высокой численности моллюски достигают в прибрежной полосе шириной от 1 до 10 метров (в среднем - 5 м). Именно эти мелководные участки водоемов представляют наибольшую опасность в отношении риска заражения гельминтозами. Пресноводные озера являются биотопами постоянного типа, которые повышают энзоотичность и эпизоотичность паразитарных систем трематодоза на стадиях яйца, инвазионной личинки и имаго.

Наиболее инвазированным видом в малакофауне озера Жижицкое Псковской области являются Lymnaea stagnalis, гельминтофауна которых представлена представителями семейства Echinostomatidae и Diplostomum sp.

Литература

1. Коробов О. И. / Фауна и эколого-биологические особенности личинок трематод моллюсков рода Lymnaea водоемов омской области: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Омск, 2010. – 21 с.

References:

1. Korobov O. I. / Fauna i jekologo-biologicheskie osobennosti lichinok trematod molljuskov roda Lymnaea vodoemov omskoj oblasti: Avtoref. dis. kand. biol. nauk. – Omsk, 2010. – 21 s.

Мазуркин П.М.¹, Кудряшова А.И.²

¹Доктор технических наук, ²Магистрант 2-го курса, Поволжский государственный технологический университет
ВОЛНОВАЯ ДИНАМИКА ОНТОГЕНЕЗА ЛИСТЬЕВ ЗАГРЯЗНЕННОЙ ОКОЛО АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ЛИПЫ

Аннотация

Даны волновые уравнения динамики онтогенеза листьев липы, растущей около автомобильной трассы с интенсивным движением. Показан способ анализа параметров (длины, ширины, периметра и площади) для инженерной биологии и биоиндикации окружающей воздушной среды колебательными возмущениями листьев. На обочине выбирают дерево и замеряют перпендикулярно дороге расстояние от середины корневой шейки до бордюра. Затем в кроне на удобной для измерений высоте выделяют зоны по сторонам света. В каждой зоне выбирают группу из не менее 5 учетных листьев, отмечаемые метками в виде кусков белой нитки, привязанных на черешке. Из измеренных не менее 10 раз в период вегетации данных выбирают параметры с

максимальными значениями, относительно них совместно с периодом онтогенеза от распускания почек до опадения каждого учетного листа выполняют факторный анализ. По данным статистическим моделированием выявляют закономерности бинарных отношений.

Ключевые слова: листья, параметры, онтогенез, волны поведения

Mazurkin P.M.¹, Kudryashova A.I.².

¹Doctor of Technical Sciences, ²Master student the 2nd year Volga State University of Technology

WAVE DYNAMICS ONTOGENESIS LEAFCONTAMINANTS APPROXIMATELY LINDEN ROAD

Abstract

Given the dynamics of the wave equation ontogeny linden leaves growing near the highway with heavy traffic. Shows a method of analysis parameters (length, width, perimeter and area) for engineering biology and bio-indication to the ambient air-vibrational disturbances leaves. On the side of the tree is selected and replaced ryayut-perpendicular to the road distance from the middle of the root collar to the curb. Then in the crown at a comfortable height measurement zone is isolated to the cardinal. Each zone is selected from a group of at least 5 user leaves celebrated labels in the form of pieces of white thread, attached to the petiole. From the measured at least 10 times during the growing season data selected parameters with maximum values on them together with a period of ontogenesis bud to leaf abscission each accounting perform factor analysis. According to the statistical model-ing show patterns of binary relations.

Keywords: leaves, options, ontogeny, wave behavior

Сущность способа измерения

Заключается в том, что от середины корневой шейки до примерного центра каждой из четырех локальных зон рулеткой измеряют расстояние по радиусу кроны от вертикальной оси ствола дерева, а миллиметровой линейкой высоты групп листьев от поверхности почвы. После этого с учетом угла наклона линии бордюра к северному направлению рассчитывают расстояния от дороги до вертикальной линии у каждой группы учетных листьев [1-5].

Сущность заключается также и в том, что за вегетационный период по суткам от начала распускания почек листьев до конца вегетационного периода (в день опадания каждого учетного листа) в периоде онтогенеза каждого учетного листа выполняют фотографирование через прозрачную палетку с сеткой 2 мм, а затем за период T онтогенеза у каждого учетного листа принимают продолжительность времени с начала распускания почек до даты опадания каждого из учетных листьев.

Новизна технического решения заключается в том, что впервые рассматривается средняя динамика поведения групп из не менее пяти листьев липы, расположенных по сторонам света, в онтогенезе в зависимости от расстояния от края автомобильной дороги и высоты расположения каждой группы листьев над поверхностью почвы.

Положительный эффект заключается в том, что впервые точно можно выявлять закономерности динамики поведения за весь цикл онтогенеза группы учетных листьев по измеренным 20 учетным листам липы, а также по четырем группам листьев по максимальным параметрам учетных листьев.

Методика измерений

Опыты на дереве липы были проведены в городе Йошкар-Ола в вегетационный период 2014 г. на одних и тех же 20 учетных листьях липы, расположенной на стороне улицы Машиностроителей около перекрестка с улицей Красноармейской. Учетные листья выбирали в четырех локальных зонах по сторонам света.

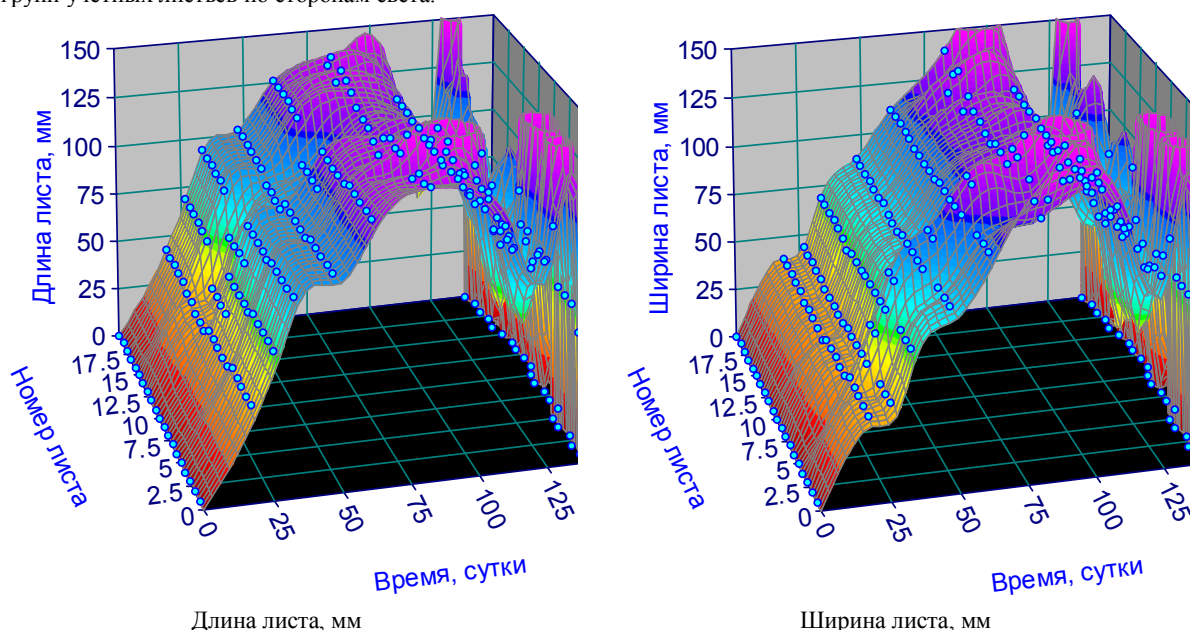
По сторонам света выбирали по пять учетных листьев. Каждый учетный лист помечали меткой в виде куска белой нитки с биркой с номером листа, привязанной к черешку у основания листа. Номера листьям давали по часовой стрелке: 1-5 на северной стороне, 6-10 на восточной, 11-15 на южной и 16-20 на западной стороне света.

Способ измерения длины, ширины, периметра и площади у учетных листьев включает такие действия: на лист сверху кладут прозрачную палетку с сеткой, например, с малыми клетками размерами 2×2 мм, так, чтобы средняя линия вдоль палетки совпала с осью продольной жилки листа.

Затем лист с палеткой фотографируют, например, цифровым фотоаппаратом с функциями фотографирования и хранения множества фотоснимков в памяти. Перед измерениями у каждого листа нужно взять его фото и подрезать на компьютере кромки, а затем увеличить для удобства подсчетов клеток до формата А4.

Результаты измерений

В таблице 1 приведены результаты измерений (фрагмент) в онтогенезе от момента распускания почек всех листьев до момента опадания каждого учетного листа. Эти данные необходимы для построения пространственных графиков динамики четырех основных параметров учетных листьев загрязненной березы (рис. 1) и последующего статистического моделирования динамики онтогенеза групп учетных листьев по сторонам света.



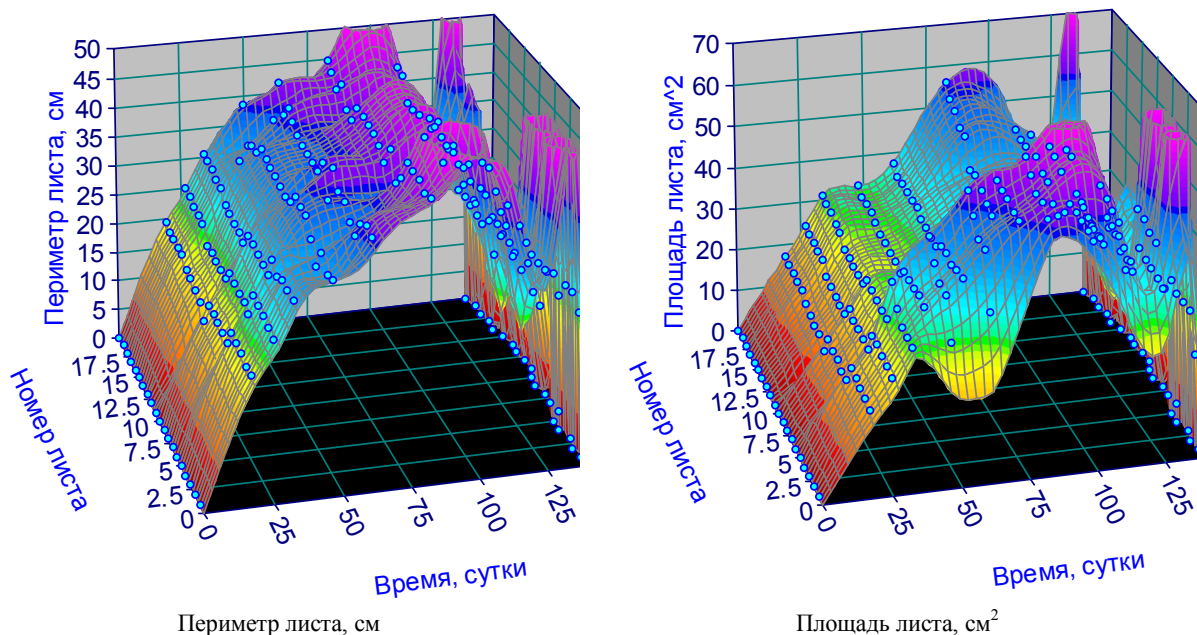


Рис. 1. Пространственные графики изменения четырех параметров у 20 учетных листьев липы в зависимости от времени цикла вегетационного периода и номера листа

В таблице 1 (фрагмент) за начало вегетационного периода принята дата 02.05.2014, то есть дата начала распускания почек.

В ней даны условные обозначения параметрам листа:

a - длина листа вдоль главной жилки, измеряемая от места соединения черешка с листовой пластиной растения до конца вершинки листа, мм;

b - ширина листа по крайним точкам поперек листовой пластины или же общая ширина листа в наибольшем поперечном сечении листа, мм;

P - периметр листа, см;

S - площадь листа, измеряемая количеством клеток размерами 2×2 мм и количеством клеток периметра листа, см^2 .

Таблица 1. Исходные данные (фрагмент) динамики в вегетационный период 2014 года параметров у 20 учетных листьев липы в онтогенезе около автомобильной дороги

Дата	Время t , сут.	№ листа	a , мм	b , мм	P , см	S , см^2	Дата	Время t , сут.	№ листа	a , мм	b , мм	P , см	S , см^2
Север							Юг						
02.05	0	1	0	0	0	0	02.05	0	11	0	0	0	0
21.05	19	1	43.4	39	19.80	18	21.05	19	11	37.4	33.2	14.42	11.46
29.05	27	1	68.6	44	25.17	24.74	29.05	27	11	45	40.8	21.21	19.58
05.06	34	1	93.2	69	30.83	31.26	05.06	34	11	70	66	26.87	26.5
19.06	48	1	102.4	87.4	33.38	31.44	19.06	48	11	95	84.2	35.64	27.8
03.07	62	1	126.2	111.4	39.60	37.12	03.07	62	11	103.4	108.4	37.33	33.56
24.07	83	1	138.4	133.2	44.69	56.48	24.07	83	11	124.4	122.8	42.71	39.38
21.08	111	1	110.2	115.4	42.43	43.32	21.08	111	11	115.2	100.8	39.60	38.08
04.09	125	1	97.4	90.8	31.40	38.02	04.09	125	11	94.4	80.8	25.74	31.18
17.09	138	1	60.8	63.2	23.76	22.08	17.09	138	11	62.2	104.4	20.36	22.36
19.09	140	1	0	0	0	0	24.09	145	11	0	0	0	0
02.05	0	2	0	0	0	0	02.05	0	12	0	0	0	0
21.05	19	2	43.6	39.4	19.80	18.68	21.05	19	12	37.6	35.4	16.40	13.56
...

Периметр и площадь учетного листа вычисляются по формулам:

$$P = 0,1\sqrt{2^2 + 2^2} I_P = 0,1\sqrt{8} I_P = 0,28284 I_P; \quad (1)$$

$$S = 0,04 I_S + 0,02 I_P. \quad (2)$$

Время t становится объясняющей переменной, а параметры учетного листа – зависимыми параметрами (факторами) или показателями. При этом визуально, в начале распускания почек по дате 02.05.2014 у всей группы учетных листьев и в моменты по датам опадения каждого учетного листа, параметры учетных листьев равны нулю (см. табл. 1). Из рисунка 1 видно, что до времени 62 суток после распускания почек все 20 учетные листья изменяют свои параметры примерно одинаково. Поэтому поверхность отклика здесь ровная. Через 62 суток после начала онтогенеза заметно влияние внешних параметров (расстояния от автомобильной дороги, высоты расположения над почвой). А после 111 суток онтогенеза каждый лист получает самостоятельный характер роста и развития. Поэтому можно считать доказанным, что загрязненность воздуха автомобильными выхлопами начинает проявляться на жизнедеятельности листьев уже через 62 суток после начала онтогенеза.

Закономерность онтогенеза

Статистическим моделированием [6] идентифицируются закономерности в виде структур $a = f(t)$, $b = f(t)$, $P = f(t)$ и $S = f(t)$, у которых имеются два нуля – в начале и в конце цикла онтогенеза. Для каждой стороны света были выполнено отдельное статистическое моделирование.

Онтогенез загрязненных листьев березы и липы в загрязненной воздушной среде от начала одновременного распускания почек до опадения листа проходит по биотехнической закономерности вида

$$y = a_1 t^{a_2} \exp(-a_3 t) - a_4 \exp(a_5 t), \quad (3)$$

где y - показатель, параметр листа (длина, ширина, периметр, площадь),

t - вегетационное время с начала онтогенеза с момента одновременного распускания почек до опадения у всех листьев дерева, сутки,

$$a_1 t^{a_2} \exp(-a_3 t)$$

- биотехнический закон динамики поведения листьев в онтогенезе в период вегетации от распускания почек до опадения листьев,

$$- a_4 \exp(a_5 t)$$

- негативное влияние (торможение из-за отрицательного знака с ускорением) развитию и росту листьев от влияния загрязненной воздушной среды по закону экспоненциального роста,

$a_1 \dots a_5$ - параметры модели (3), конкретные значения которых получают в ходе идентификации биотехнической закономерности в программной среде типа CurveExpert по данным измерений параметров учетных листьев.

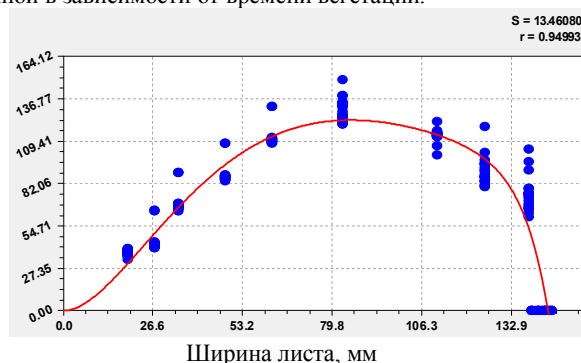
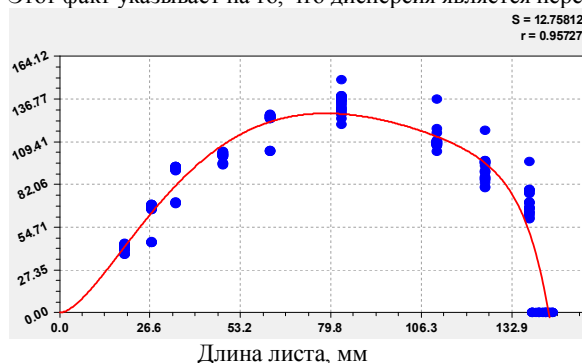
Закономерность для всех 20 учетных листьев по всем четырем сторонам света показана в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2. Параметры модели групп листьев загрязненной липы

Азимут φ , град	Расстояние от дороги L , м	Высота листа \overline{H} , см	Вегетац. период \overline{T} , сут.	Параметры статистической модели (3)					
				a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	r
Длина листа, мм									
С	5,0	146	139,6	0,51552	1,66050	0,021666	1,32229e-19	0,34179	0,9549
В	3,2	154	143,0	0,37322	1,76691	0,023911	2,31183e-17	0,29784	0,9839
Ю	3,9	159	144,4	0,22874	1,84679	0,022789	8,26384e-10	0,17510	0,9832
З	5,8	154	140,8	0,38283	1,76296	0,023857	3,39479e-17	0,29938	0,9765
20 шт.	4,5	153	142,0	0,44933	1,68192	0,021515	2,73458e-7	0,13630	0,9573
Ширина листа, мм									
С	5,0	146	139,6	0,18940	1,92406	0,024081	2,86047e-21	0,36877	0,9448
В	3,2	154	143,0	0,10479	2,05697	0,024503	1,08933e-12	0,22336	0,9843
Ю	3,9	159	144,4	0,10375	2,05117	0,024226	4,48564e-14	0,24308	0,9734
З	5,8	154	140,8	0,087434	2,12835	0,026079	1,92837e-19	0,33604	0,9639
20 шт.	4,5	153	142,0	0,15969	1,92933	0,022627	2,59118e-7	0,13686	0,9499
Периметр листа, см									
С	5,0	146	139,6	1,01147	1,09091	0,013325	8,17102e-17	0,28910	0,9530
В	3,2	154	143,0	0,37532	1,41475	0,018865	6,00308e-9	0,15544	0,9844
Ю	3,9	159	144,4	0,25404	1,51870	0,019573	6,83352e-7	0,12120	0,9849
З	5,8	154	140,8	0,61047	1,25514	0,016096	1,26268e-14	0,25079	0,9706
20 шт.	4,5	153	142,0	0,89977	1,09934	0,012152	0,00023822	0,083096	0,9637
Площадь листа, см ²									
С	5,0	146	139,6	0,23255	1,57858	0,018218	2,18465e-15	0,26759	0,9545
В	3,2	154	143,0	0,44743	1,28489	0,013636	1,06970e-12	0,21774	0,9771
Ю	3,9	159	144,4	0,38409	1,31408	0,014345	1,79069e-8	0,14754	0,9860
З	5,8	154	140,8	0,72916	1,13720	0,010970	1,89888e-7	0,13603	0,9675
20 шт.	4,5	153	142,0	0,71427	1,13084	0,0099777	0,00016403	0,087477	0,9302

По результатам статистического моделирования в таблице 2 приведены параметры моделей с дополнением трех факторов: расстояния от дороги, высоты листа над поверхностью почвы и среднего значения вегетационного периода для 5 учетных листьев и всех 20 учетных листьев липы.

Графики на рисунке 2 показывают, что около дороги стороны света мало влияют на онтогенез учетных листьев (небольшая разница в значениях меры тесноты факторной связи – коэффициенты корреляции). Только периметр и площадь учетного листа при времени вегетации 83 сутки резко отличаются друг друга. Но затем снова с дальнейшим ростом времени вегетации разброс точек снижается. Этот факт указывает на то, что дисперсия является переменной в зависимости от времени вегетации.



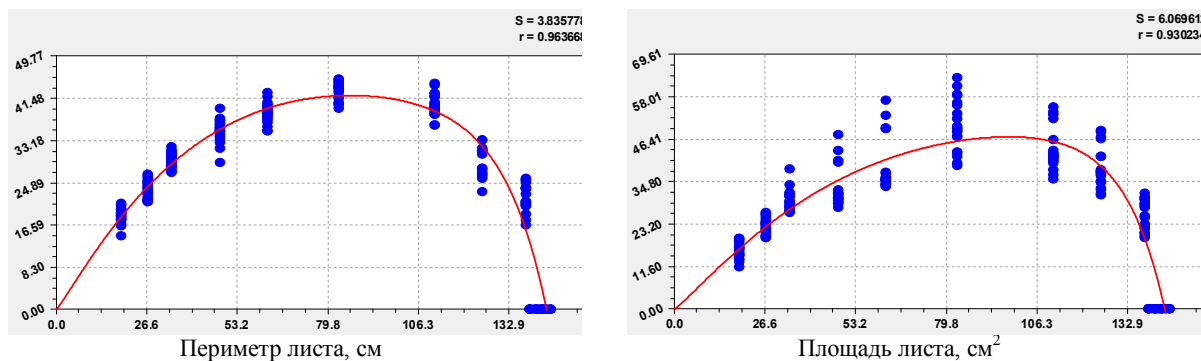


Рис. 2. Графики среднестатистической закономерности по всем 20 листьям липы

Поэтому статистическая выборка динамики онтогенеза является скедастической информацией [7].

Факторный анализ параметров учетных листьев

В таблице 3 даны максимальные значения у четырех параметров по каждому учетному листу.

Эти максимальные значения для загрязненной липы проявились в один и тот же день 27.08.2014 через 83 суток от начала вегетации 02.05.2014 по распусканию почек. Однако учетный лист № 10 получил максимум длины через 62 сутки, а остальные три параметра – через 83 сутки. Этот факт указывает на то, что при уточнении методики для повышения точности измерений можно будет определять точнее даты максимума каждого из четырех параметров учетного листа.

У любых факторов имеется четкая векторная ориентация. Например, любой житель села понимает направленность количественных изменений в сельском хозяйстве. Каждый человек стремится к лучшему в своей жизни. Аналогично можно рассматривать любое живое существо, включая и листья.

Таблица 3. Исходные данные параметров листьев загрязненной березы

№ листа	Азимут	Расстояние от дороги L , м	Высота листа H , см	Вегетац. период T , сут.	Максимальные параметры листа				
					t^* , сут.	a_{\max} , мм	b_{\max} , мм	P_{\max} , см	S_{\max} , см ²
1	С	5,0	146	140	83	138.4	133.2	44.69	56.48
2		5,0	146	139	83	136.4	120.4	44.12	58.48
3		5,0	146	141	83	138.0	124.4	44.97	58.7
4		5,0	146	139	83	131.2	131.6	45.25	60.96
5		5,0	146	139	83	149.2	149.2	45.25	63.28
6	В	3,2	154	144	83	136.4	134.8	41.58	47.26
7		3,2	154	143	83	135.2	134.8	39.60	47.32
8		3,2	154	143	83	136.4	124.4	43.84	48.62
9		3,2	154	142	83	133.2	126.4	40.45	48.62
10		3,2	154	143	62/83	125.0	126.8	41.86	49.44
11	Ю	3,9	159	145	83	124.4	122.8	42.71	39.38
12		3,9	159	145	83	127.2	124.8	42.99	40.04
13		3,9	159	144	83	127.6	126.8	43.27	41.82
14		3,9	159	145	83	130.0	128.8	43.56	43.68
15		3,9	159	143	83	134.4	132.8	40.16	43.04
16	З	5,8	154	141	83	136.8	121.2	40.73	49.56
17		5,8	154	142	83	138.8	139.2	43.84	49.94
18		5,8	154	141	83	129.2	133.6	41.86	52.00
19		5,8	154	141	83	139.2	120.8	43.84	53.42
20		5,8	154	139	83	130.8	138.8	44.69	55.72

Поэтому возможны всего два варианта векторов поведения:

- а) лучше меньше (по вектору «лучше \rightarrow хуже» к листьям не относится);
- б) лучше больше (и это благо для жизнедеятельности листьев).

Как объясняющие переменные учтены еще два фактора: расстояние от дороги и высота от поверхности почвы до группы учетных листьев.

Все бинарные отношения между факторами идентифицируются общей биотехнической закономерностью в виде формулы тренда

$$y_m = y_{m1} + y_{m2},$$

$$y_{m1} = a_1 x^{a_2} \exp(-a_3 x^{a_4}), y_{m2} = a_5 x^{a_6} \exp(-a_7 x^{a_8}), \quad (4)$$

где y_m – тренд, x – объясняющая переменная, $a_1 \dots a_8$ – параметры тренда (4). При этом каждый параметр модели (4) имеет физический смысл.

Физико-математический подход предполагает понимание смысла *динамического ряда* по вегетационному периоду как отражения какого-то составного процесса или же множества последовательно и параллельно происходящих природных и/или природно-антропогенных процессов.

Тогда любое уравнение биотехнической закономерности с волновыми составляющими (появляются из-за волновой адаптации деревьев и их листьев к окружающей среде, в нашем случае к воздушной среде) можем записать как вейвлет-сигнал [6] вида

$$y_i = A_i \cos(\pi x / p_i - a_{8i}), \quad (5)$$

$$A_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}), p_i = a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}},$$

где A_i - амплитуда (половина) вейвлета (ось y), P_i - полупериод волны (ось x), $a_1 \dots a_{8i}$ - параметры модели (5), получаемые в CurveExpert по статистическим данным, i - номер составляющей модели (5).

Рейтинг факторов по коэффициентам корреляции. В таблице 7 приведены коэффициенты корреляции закономерностей у всех ранговых (рис. 3) и бинарных распределений по тренду (4).

Таблица 4. Корреляционная матрица и рейтинг факторов по детерминированным моделям

Факторы как объясняющие переменные x	Факторы - показатели y					Сумма коэфф. коррел.	Рейтинг I_x
	T , сут.	a_{\max} , мм	b_{\max} , мм	P_{\max} , см	S_{\max} , см ²		
Расст. от дороги L , м	0,9170	0,6202	0,2359	0,7108	0,9626	3,4465	3
Высота листа H , см	0,8337	0,5958	0,2135	0,6382	0,9258	3,2070	5
Вегет. период T , сут.	0,9962	0,5330	0,3205	0,6647	0,9269	3,4413	4
Длина листа a_{\max} , мм	0,5704	0,9656	0,4330	0,3556	0,6192	2,9438	7
Ширина листа b_{\max} , мм	0,4617	0,6932	0,9888	0,3601	0,4591	2,9629	6
Периметр P_{\max} , см	0,7272	0,5739	0,5109	0,9924	0,8261	3,6305	1
Площадь S_{\max} , см ²	0,9279	0,6209	0,3257	0,7605	0,9918	3,6268	2
Сумма коэфф. коррел.	5,4341	4,6026	3,0283	4,4823	5,7115	23,2588	-
Рейтинг I_y	2	3	5	4	1	-	0,6645

Коэффициент коррелятивной вариации множества факторов физического объекта исследования равен отношению общей суммы коэффициентов корреляции к произведению количества факторов по строкам и столбцам. В нашем примере по данным таблицы 4 коэффициент коррелятивной вариации соответственно будет равен $23,2588 / (7 \times 5) = 0,6645$. Это достаточно высокий показатель функциональной связности отдельных элементов системы «листья – почва – дорога» при детерминированных закономерностях.

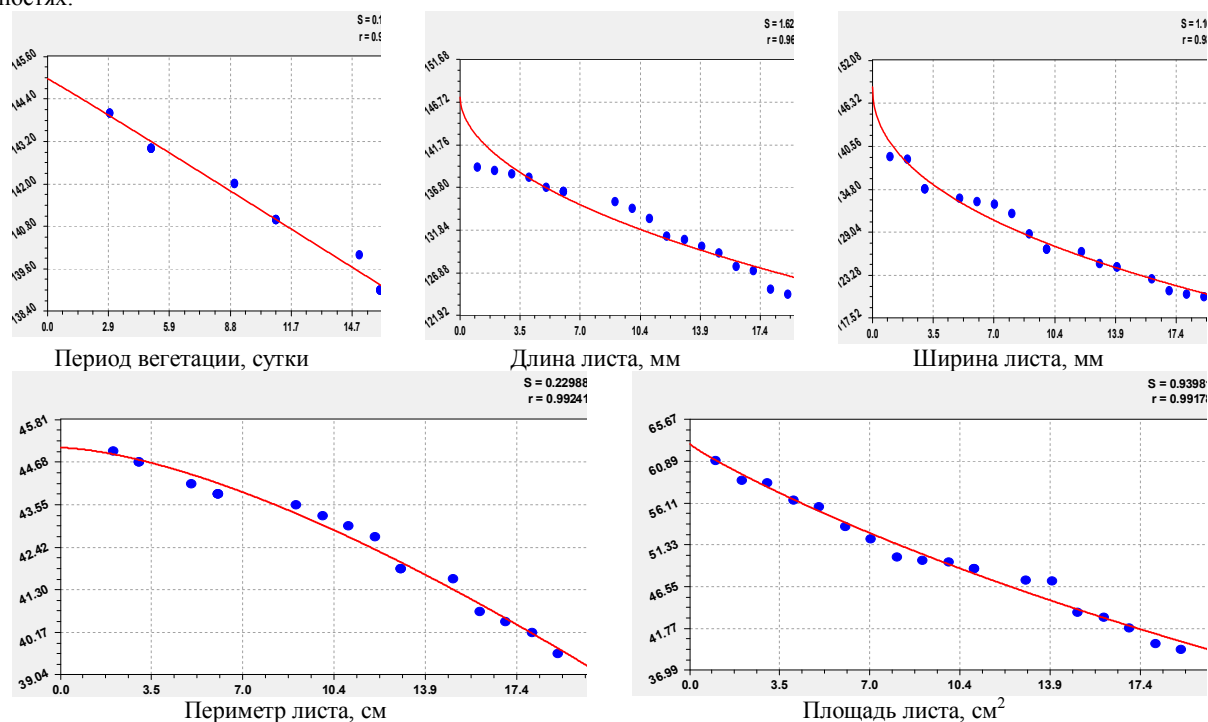


Рис. 3. Графики ранговых распределений вегетационного периода и четырех параметров формы листьев липы

Этот критерий применяется при сравнении различных объектов исследования, в данном случае листья деревьев в различных экологических условиях произрастания. При этом вид изучаемой системы не влияет на указанный критерий верификации, а коррелятивная вариация полностью зависит от внутренних свойств системы.

По рейтингу среди влияющих переменных на первом месте оказался периметр, на втором – площадь учетного листа и на третьем – расстояние от дороги. При этом рейтинг биологических параметров листьев оказался выше по сравнению с параметром места произрастания. А биологический фактор длины учетного листа оказался на седьмом последнем месте.

Как показатель на первом месте находится площадь учетного листа, на втором – вегетационный период и на третьем месте – длина листа.

Корреляционная матрица бинаров

Рассмотрим без строк и столбцов показателей рейтинга из таблицы 4 (табл. 5) коэффициенты корреляции бинарных отношений. Поэтому диагональные клетки с адекватностью ранговых распределений исключаем.

Таблица 5. Корреляционная матрица по детерминированным моделям бинаров

Факторы как объясняющие переменные x	Факторы - показатели y				
	T , сут.	a_{\max} , мм	b_{\max} , мм	P_{\max} , см	S_{\max} , см ²
Расстояние от дороги L , м	0,9170	0,6202	0,2359	0,7108	0,9626
Высота листа H , см	0,8337	0,5958	0,2135	0,6382	0,9258
Вегет. период T , сут.		0,5330	0,3205	0,6647	0,9269
Длина листа a_{\max} , мм	0,5704		0,4330	0,3556	0,6192
Ширина листа b_{\max} , мм	0,4617	0,6932		0,3601	0,4591
Периметр P_{\max} , см	0,7272	0,5739	0,5109		0,8261
Площадь S_{\max} , см ²	0,9279	0,6209	0,3257	0,7605	

Остаются только бинарные отношения 30 штук. Чаще всего выделяют сильные закономерности с коэффициентом корреляции $r \geq 0,7$.

В таблице 6 дан рейтинг отношений с волновыми составляющими.

Таблица 6. Корреляционная матрица и рейтинг факторов по моделям с волновыми членами

Факторы как объясняющие переменные x	Факторы - показатели y					Сумма коэфф. Коррел.	Рей- тинг I_x
	T , сут.	a_{\max} , мм	b_{\max} , мм	P_{\max} , см	S_{\max} , см ²		
Расст. от дороги L , м	0,9170	0,6202	0,2359	0,7108	0,9626	3,4465	4
Высота листа H , см	0,8337	0,5958	0,2135	0,6382	0,9258	3,2070	7
Вегет. период T , сут.	0,9962	0,5330	0,3205	0,6647	0,9269	3,4413	5
Длина листа a_{\max} , мм	0,7109	0,9656	0,7067	0,7727	0,7594	3,9153	3
Ширина листа b_{\max} , мм	0,4616	0,8066	0,9888	0,6329	0,4591	3,3490	6
Периметр P_{\max} , см	0,9210	0,7717	0,5430	0,9924	0,9637	4,1918	2
Площадь S_{\max} , см ²	0,9279	0,6209	0,8702	0,8627	0,9918	4,2735	1
Сумма коэфф. коррел.	5,7683	4,9138	3,8786	5,2744	5,9893	25,8244	-
Рейтинг I_y	2	4	5	3	1	-	0,7378

Примечание. Полу жирным шрифтом выделены связи с волновыми составляющими.

Коэффициент коррелятивной вариации стал равен $25,8244 / 35 = 0,7378$.

По рейтингу среди влияющих переменных на первом месте оказалась площадь, на втором – периметр и на третьем – длина. А фактор высоты учетного листа оказался на последнем седьмом месте. Как показатель на первом месте находится снова площадь, на втором – вегетационный период и на третьем месте – периметр вместо длины по детерминированным моделям.

Сильные бинары. Влияние расстояния и высоты не изменилось (рис. 4 и рис. 5) при трендах (табл. 4) и волновых возмущений (табл. 6).

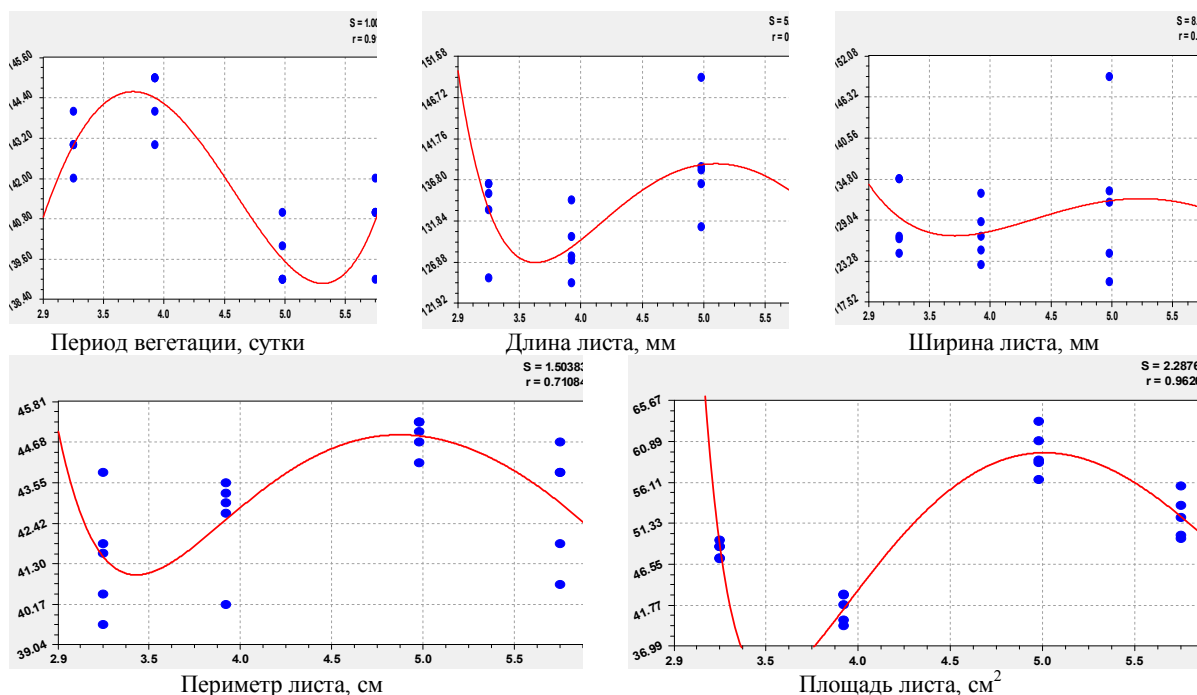


Рис. 4. Графики влияния расстояния от дороги

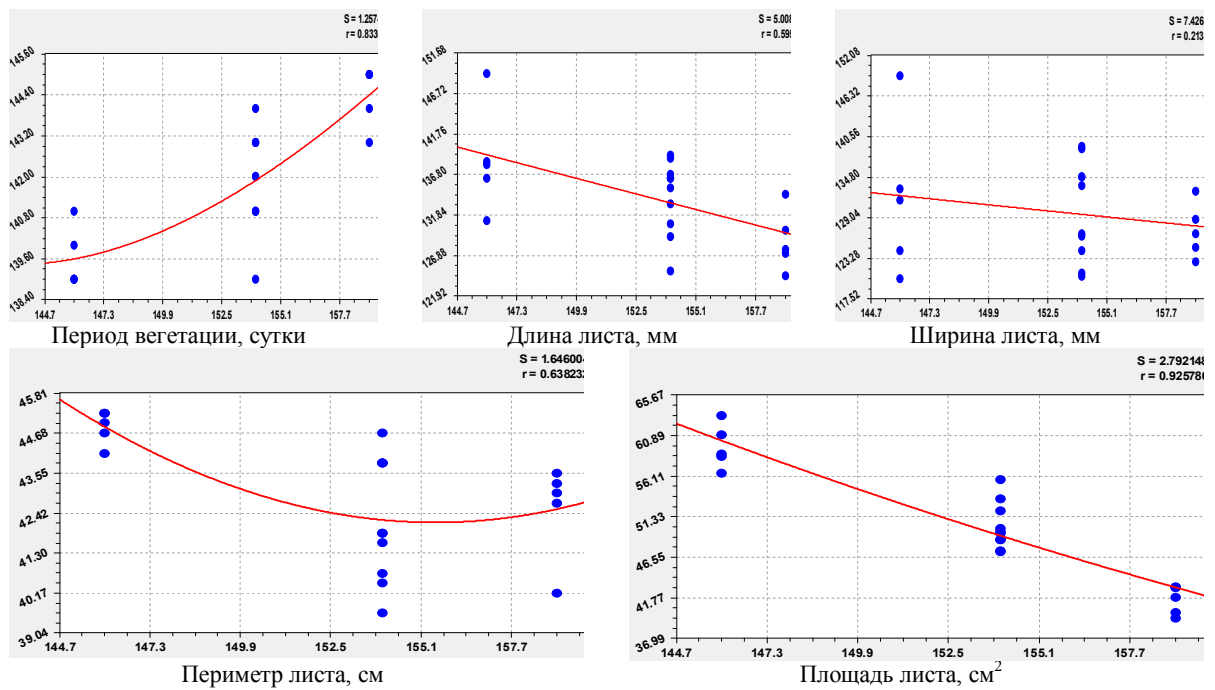


Рис. 5. Графики влияния высоты расположения учетных листьев

Законмерности с допустимым уровнем адекватности по коэффициенту корреляции $r \geq 0,7$ даны в таблице 7.

Таблица 7. Корреляционная матрица по трендам и волновым моделям сильных бинаров

Факторы как объясняющие переменные x	Факторы - показатели y				
	T , сут.	a_{\max} , мм	b_{\max} , мм	P_{\max} , см	S_{\max} , см ²
Расстояние от дороги L , м	0,9170			0,7108	0,9626
Высота листа H , см	0,8337				0,9258
Веget. период T , сут.					0,9269
Длина листа a_{\max} , мм	0,7109		0,7067	0,7727	0,7594
Ширина листа b_{\max} , мм		0,8066			
Периметр P_{\max} , см	0,9210	0,7717			0,9637
Площадь S_{\max} , см ²	0,9279		0,8702	0,8627	

Для моделей с волнами получились 17 (больше на 70%) формул вместо 10 по детерминированным уравнениям. Все столбцы и строки сохранились. Далее ужесточим требования к адекватности до уровня 0,9 (табл. 8).

Таблица 8. Корреляционная матрица при $r \geq 0,9$

Факторы как объясняющие переменные x	Показатели y	
	T , сут.	S_{\max} , см ²
Расстояние от дороги L , м	0,9170	0,9626
Высота листа H , см		0,9258
Веget. период T , сут.		0,9269
Периметр P_{\max} , см	0,9210	0,9637
Площадь S_{\max} , см ²	0,9279	

Осталось всего семь сильнейших факторных связей. Из бинарных отношений, как влияющие переменные и как показатели,

исключились линейные параметры (длина листа a_{\max} , мм; ширина листа b_{\max} , мм) и остался периметр P_{\max} учетного листа липы, см, однако периметр получил высокую адекватность только с учетом волновых составляющих.

При этом на месте около дороги с сильным загрязнением воздуха наибольшее влияние оказывает расстояние от дороги до группы листьев липы (корреляция максимальна и равна 0,9626). Как показатели остаются вегетационный период (легко измерить по фенологическим наблюдениям) и площадь учетных листьев липы.

По убыванию адекватности получили следующие закономерности:

- зависимость $S_{\max} = f(P_{\max})$ при $r = 0,9637$

$$S_{\max} = 5,51512 \cdot 10^{-6} \exp(2,95256 P_{\max}^{0,50635}) - 4,62456 \cdot 10^{-14} P_{\max}^{10,21104} +$$

$$+ A \cos(\pi P_{\max} / p + 1,64232) \quad (6)$$

$$A = 7,94899 \cdot 10^{-79} P_{\max}^{64,67468} \exp(-1,43484 P_{\max})$$

$$p = 34,04388 - 0,63647 P_{\max}$$

$$\text{- зависимость } S_{\max} = f(L) \text{ при } r = 0,9626$$

$$S_{\max} = 1,24298 \cdot 10^{10} \exp(-6,21652 L) + 0,027106 L^{12,51131} \exp(-2,48817 L) \quad (7)$$

$$\text{- закономерность } T = f(S_{\max}) \text{ при } r = 0,9279$$

$$T = 174,42032 \exp(-0,031522 S_{\max}^{0,47957}) \quad (8)$$

$$\text{- формула } S_{\max} = f(T) \text{ при корреляции } r = 0,9269$$

$$S_{\max} = 1392,3087 \exp(7,52482 \cdot 10^{-5} T) - 8,16555 T^{1,20845} \exp(-0,0061664 T) \quad (9)$$

$$\text{- формула } S_{\max} = f(H) \text{ при корреляции } r = 0,9258$$

$$S_{\max} = 592,92752 \exp(-0,00072485 H^{1,61656}) \quad (10)$$

$$\text{- закономерность } T = f(P_{\max}) \text{ при } r = 0,9210$$

$$T = 139,38949 \exp(2,38942 \cdot 10^{-5} P_{\max}^{2,01572}) - 2,31963 \cdot 10^{-32} P_{\max}^{1,96715} + A \cos(\pi P_{\max} / p + 4,11543) \quad (11)$$

$$A = 1,62346 \cdot 10^{-13} P_{\max}^{11,33240} \exp(-0,38726 P_{\max}^{0,91962})$$

$$p = 131,57858 - 0,84049 P_{\max}^{1,30723}$$

$$\text{- закономерность } T = f(L) \text{ при } r = 0,9170$$

$$T = 71,81972 \exp(0,32988 L) - 1,51293 L^{3,82001} \exp(-0,22124 L) \quad (12)$$

В таблице 9 даны параметры всех 17 моделей, имеющих сильные факторные связи при коэффициенте корреляции, большем 0,7.

Таблица 9. Параметры вейвлет-сигналов поведения учетных листьев загрязненной липы

$x \rightarrow$ y	Амплитуда колебания (5)				Полупериод и сдвиг колебания (5)				Коэф. корр.
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
P_{\max} - S_{\max}	5,51512e-6	0	-2,95256	0,50635	0	0	0	0	0,9637
	-4,62246e-14	10,21104	0	0	0	0	0	0	
	7,94899e-79	64,67468	1,43484	1	34,04388	-0,63647	1	-1,64322	
L_{\max} - S_{\max}	1,24298e10	0	6,21652	1	0	0	0	0	0,9626
	0,027106	12,51131	2,48817	1	0	0	0	0	
S_{\max} - T	174,42032	0	0,031522	0,47957	0	0	0	0	0,9279
T_{\max} - S_{\max}	1392,3087	0	-7,52482e-5	1	0	0	0	0	0,9269
	-8,16555	1,20845	0,0061664	1	0	0	0	0	
H_{\max} - S_{\max}	592,92752	0	0,00072485	1,61656	0	0	0	0	0,9258
P_{\max} - T	139,38949	0	-2,38942e-5	2,01572	0	0	0	0	0,9210
	-2,31963e-32	1,96715	0	0	0	0	0	0	
	1,62346e-13	11,33240	0,38726	0,91962	131,57858	-0,84049	1,30723	-4,11543	
L_{\max} - T	71,81972	0	-0,32988	1	0	0	0	0	0,9170
	-1,51293	3,82001	0,22124	1	0	0	0	0	
S_{\max} - b_{\max}	98,86578	0,069513	0	0	0	0	0	0	0,8702
	6,07309e-14	8,20524	0	0	2,80502	-0,00083242	1,45324	0,26673	
S	91,05698	0	0,00038198	2,28006	0	0	0	0	0,8627

P_{\max}	0,00019536	3,38167	0,00053557	1,94276	0	0	0	0	
	1,45338e-33	28,36216	0,69053	1,00703	0,98694	0,00042047	1,15145	3,41715	
H_{\max}	34498,2307	0	0,052388	1	0	0	0	0	0,8337
T_{\max}	0,36199	1,16975	0	0	0	0	0	0	
b_{\max}	57573,9173	0	-0,21890	0,18203	0	0	0	0	0,8066
	-61136,8273	0,096467	0	0	0	0	0	0	
a_{\max}	22,83972	4,56758	0,16020	1,03817	2,11511	-0,0023324	1,35402	*	
	-	-	-	-	-	0,0040502	1,21281	0,96106	
a_{\max}	25678,6538	0	0,060142	1	0	0	0	0	0,7727
	0,0019586	1,99355	0	0	0	0	0	0	
P_{\max}	4,73813e-37	20,10346	0,022729	1,31448	7,04935	-0,014295	0,96046	4,96089	0,7717
P_{\max}	12540,2917	0	0,081767	1,10923	0	0	0	0	
	2,34358e-10	7,01372	0	0	0	0	0	0	
a_{\max}	3,99180e-100	70,98848	0,013522	2,10057	20,87906	-0,010680	1,91121	-2,59125	
a_{\max}	0,0074608	1,79965	0	0	0	0	0	0	0,7594
	-3,33864e-93	51,30109	0,013630	1,61378	5,09560	-0,0053941	1,03692	*	
S_{\max}	-	-	-	-	-	0,00036102	1,34600	-4,80081	
a_{\max}	82216,1989	0	0,030167	1	0	0	0	0	0,7109
	-27,32529	2,13936	0,049364	1	0	0	0	0	
T_{\max}	1,32290e-43	25,90744	0,12479	1,10536	6,25661	-0,0014295	1,39476	-1,91104	
L_{\max}	68245,7916	0	2,92751	1,00022	0	0	0	0	0,7108
P_{\max}	8,19074	2,87651	0,58594	1,00002	0	0	0	0	
a_{\max}	82,85293	0	-0,00014262	1,65066	0	0	0	0	0,7067
	1,15512e-25	12,05829	0	0	0,38395	0,009779	1,00030	-4,86104	

Формула (5) с полупериодом колебания $P_i = a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}} \exp(-a_9 x^{a_{10}})$.

По формуле (7) можно определить рациональное расстояние от края дороги, когда будет максимальная площадь учетного листа липы. По графику на рисунке 4 получаем, что максимальная площадь листьев липы наблюдается на 5 м от края бордюра дороги. При меньшем и большем расстояниях площадь листьев уменьшается. Это происходит из-за волнового распределения концентрации загрязнения воздуха, когда максимум концентрации от выхлопных газов автомобилей наблюдается дальше от края дороги.

Выводы. Преимуществом предлагаемого способа является техническая простота исполнения, так как из оборудования требуется только изготовить даже самому прозрачную палетку, например из листового оргстекла, а сотовый телефон с функцией фотографирования ныне очень распространен и имеется почти у каждого студента или школьника. Для измерений расстояний принимается рулетка, а для измерения высоты учетных листьев над поверхностью почвы берется метровая миллиметровая линейка.

Кроме того, преимуществом является идентификация динамических рядов измерений среднестатистической динамики роста не менее пяти учетных листьев липы по каждой стороне света и 20 учетных листьев по всему дереву березы. При этом онтогенез листьев липы в загрязненной воздушной среде характеризуется трендом, содержащим всего две составляющие: первая показывает динамику развития и роста листьев по биотехническому закону, а вторая – негативное воздействие на онтогенез учетных листьев загрязнения воздуха по закону экспоненциального роста со временем вегетации листьев.

Способ может быть широко реализован в школьных экологических кружках, пришкольных лесничествах, и даже в детских садах, а также в любых географических и иных экспедициях. Кроме измерений параметров у групп по сторонам света из не менее пяти учетных листьев в таблицу измеренных данных по датам визуально ставятся нули в начале (день распускания почек у всех листьев дерева) и в конце (день опадения каждого учетного листа в отдельности) вегетационного периода онтогенеза. Для использования предлагаемого способа нужно изготовить прозрачную палетку с сеткой клетками размером 2×2 мм, иметь сотовый телефон с функциями фотографирования, хранения фотографий в памяти и передачи их в персональный компьютер. В компьютере должна быть программная среда типа CurveExpert для выявления устойчивых закономерностей.

Литература

1. Кудряшова А.И. Описательная статистика параметров формы листьев липы // Проблемы рекреационных насаждений, интродукции и сохранения биоразнообразия растительного мира: Матер. Российской научно-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 25-летию организации Чебоксарского ф-ла Главного ботанич. сада им. Н.В. Цицина РАН. Чебоксары, 2014. С. 27-30.
2. Кудряшова А.И. Анализ онтогенеза листьев липы // Материалы научно-практической конференции «Математическое моделирование в области клеточной биологии, биохимии и биофизики» 25-26 ноября 2014 г. Тольятти: Тольяттинский ГУ, 2014. С. 137-145.
3. Кудряшова А.И. Способ измерения периметра и площади листа дерева // III Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения». СПб.: Общественная научная организация «Наука и хозяйство». № 3. 2014. С. 17-20.
4. Кудряшова А.И. Способ измерения периметра и площади листа у древесных растений // «Опыт прошлого – взгляд в будущее» - 4-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов. Материалы конференции. Тула: ТулГУ, 2014. С. 372-376.
5. Кудряшова А.И. Измерение периметра и площади листа дерева // Модернизация системы управления объектами недвижимости: сборник научных трудов I международной научно-практической конференции. 22-23.10.2014 г., Пенза: ПГУАС, 2014. С. 89-95.
6. Мазуркин П.М. Коррелятивная вариация: учебное пособие с грифом УМО РАО. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2013. 120 с.
7. Мазуркин П.М. Статистическое моделирование. Эвристико-математический подход. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. 100 с.

References

1. Kudryashova A.I. Descriptive statistics of the shape parameters of leaf-s linden // Problems of recreational spaces, introduction and conservation of flora: Proceedings of the Russian scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 25th anniversary of the organization Cheboksary branch of the Main Botanical Garden. Cheboksary, 2014. P. 27-30.

2. Kudryashova A.I. Analysis ontogeny leaf linden // Materials on the scientifically-practical conference "Mathematical modeling in the field of cell biology, biochemistry and biophysics" 25-26 November 2014 Togliatti: Togliatti State University, 2014. P. 137-145.
3. Kudryashova A.I. A method for measuring the perimeter and area of the sheet de roar // III International scientific-practical conference "Actual problems of science and economy: New Challenges and Solutions": public research organization "Science and Management". № 3. 2014. P. 17-20.
- 4 Kudryashova A.I. A method for measuring the perimeter and area of the sheet in trees // "The experience of the past - look into the future" - 4th International scientific-practical conference of young scientists and students. Materials conference. Tula: TSU, 2014, C. 372-376.
5. Kudryashova A.I. Measuring perimeter and area of the sheet tree // Modernization of property management: a collection of scientific of the I International Scientific and Practical Conference. 22-23.10.2014. Penza: PGUAS, 2014. P. 89-95.
6. Mazurkin PM Correlative variation: a tutorial with the stamp of UMO PAE. Yoshkar-Ola: Volga GTU, 2013. 120 p.
7. Mazurkin PM Statistical modeling. Heuristics-mathematical approach. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2001. 100 p.

Писарева С.Д.,¹ Миславский А.Н.²

¹Доцент, кандидат биологических наук, Московский государственный университет леса; ²Старший лаборант кафедры ботаники и физиологии растений, студент 3 курса ФЛХ, Московский государственный университет леса.

СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ В МЫТИЩИНСКОМ ЛЕСОПАРКЕ НП «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

Аннотация

Данная статья посвящена работе по обследованию двух участков лесных культур, созданных в 2010 – 2012 гг. в насаждениях Мытищинского лесопарка национального парка «Лосиный остров» и проведена с целью выявления актуальных проблем, имеющих место в насаждении. Работа на этих участках проводилась в сентябре-ноябре 2013 года. В настоящее время проводится обработка данных, полученных за 2014 год.

Использование уже полученных данных, а так же накопление и обработка последующей информации позволит составить четкую картину состояния лесных культур на территории всего национального парка и спрогнозировать будущее состояние насаждений.

Ключевые слова: культуры сосны, посадки, корневая губка.

Pisareva S.D.¹, Mislavsky A.N.²

¹Dotsent, PhD, Moscow State Forest University; ²Starshy laboratory of the Department of Botany and Plant Physiology, 3rd year student of FLH, Moscow State Forest University.

STATE OF CULTURE IN THE MYTISHCI PINE FOREST PARK NP "ELK ISLAND"

Abstract

This article is devoted to the work on the survey two areas of forest plantations established in 2010 - 2012 years. in plantations Mytishchi forest park national park "Elk Island" and performed in order to identify actual problems that occur in the plantation. Work in these areas was carried out in September-November 2013. Currently under processing data received for 2014.

Using the data already obtained, as well as the accumulation and processing of further information to allow a clear picture of the state of forest plantations in the entire National Park and predict the future condition of the forests.

Keywords: culture pine planting, root sponge.

Материалом для данной работы послужили результаты обследования культур сосны в насаждениях Мытищинского лесопарка (квартал № 12) национального парка «Лосиный остров» в 2013 г.

Культуры сосны были посажены в 2011 г. после вырубki елового насаждения, отработанного короедом типографом (*Ips typographus* L.).

На территории посадки сосновых культур отмечены многочисленные порубочные остатки и невыкорчеванные пни ели. Большинство еловых пней имеет центральную гниль, характерную для корневой губки (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bret.). Это позволяет утверждать, что используемая для создания лесных культур площадь является действующим очагом корневой губки и источником их заражения данной инфекцией. Напочвенный покров в культурах в настоящее время представлен сплошными зарослями вейника и малины, достигающими высоты 1,5 м и выше. Высота напочвенного покрова в основном превышает высоту самих культур, что является дополнительным фактором их ослабления.

Было обследовано 100 саженцев сосны высотой от 0,3 до 1,2 метра. Обследование показало, что 66% сосен погибло в текущем году. Доля ослабленных деревьев составила 8%, а сильно ослабленных – 21% и усыхающих – 4%. Лишь одно дерево (1%) не имело внешних признаков ослабления.

Так как ко времени перечета многие деревья уже успели выпасть, то подсчет пустующих мест в рядах показал, что в предыдущие годы на обследованной территории выпало, по меньшей мере, 30 сосен, т.е. более 23% посаженных деревьев. Таким образом, с момента посадки доля погибших и усыхающих деревьев составила более трех четвертей от посаженных деревьев.

Причина гибели сосновых культур – поражение их корневых систем и хвои грибами болезнями. Основным фактором гибели культур предположительно является поражение корневой губкой, так как культуры сосны заложены в ее действующем очаге. Гниль корней выявлена у 54% обследованных деревьев, в том числе у 82% погибших деревьев.

Другим распространенным возбудителем гнили корней и ствола является опенок (*Armillariella mellea* (Fr. ex Vahl.) Karst.), который обнаружен у 10% деревьев. Корневая губка и опенок могут развиваться как сапротрофы на порубочных остатках и корнях пней. Заражение живых деревьев осуществляется мицелием гриба через корневую систему.

Поражение хвои некрозами разного происхождения было отмечено у 89% обследованных сосен. Доля пораженной некрозами поверхности хвои у ослабленных сосен составила 10,1±8,3%, у сильно ослабленных – 14,5±9,9%, у усыхающих – 60,0±29,4%.

Наиболее распространенными болезнями хвои в обследованных культурах сосны были обыкновенное шютте сосны, *Lophodermium pinastri* (Schr.) Chev., и диплодиоз сосны, *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et B. Sutton (= *Diplodia pinea* (Desm.) J.Kickx). Поражение хвои саженцев обыкновенным шютте были отмечены у 42% обследованных деревьев, а диплодиозом - у 56%.

Еще одной причиной ослабления и гибели сосновых культур было объедание их лосями. Было обнаружено, что 35% молодых сосен имели характерные следы повреждения кроны лосем, из которых у 24% деревьев наблюдалось повреждение до 20% верхней части кроны, у 15% деревьев повреждения кроны составили от 30 до 50%, а у 13% деревьев поврежденность кроны достигала от 60% до 100%.

Несмотря на то, что диаметр стволов сосны у основания не превышал 3 см, заселение свежего сухостоя стволовыми вредителями составило 47%. Из стволовых вредителей наибольшая активность отмечена для гравера (*Pityogenes chalcographus*), который встречался на 44% сухостойных деревьев. Гравер является широко распространенным и достаточно активным вредителем сосны, который заселяет молодые деревья или вершинные части и ветви старых деревьев. Также отмечено заселение комлевой части ствола смолевками рода *Pissodes* (два дерева) и сосновым корнежилком (одно дерево). Гравер и смолевки могут заселять не только погибшие, но и ослабленные деревья. Взрослые жуки смолевок при дополнительном питании прогрызают отверстия в коре, дополнительно ослабляя деревья.

Таким образом, на первом участке основными причинами ослабления и гибели культур сосны выступили три фактора: пораженность корневых систем гнилями, заражение хвои возбудителями диплодиоза сосны и обыкновенного шютте, а также

повреждение крон лесом. Все это привело к гибели 77% посаженных деревьев сосны, а оставшиеся саженцы имеют неудовлетворительное состояние.

Таким образом, культура сосны была создана на участке, не соответствующем по санитарным и лесорастительным условиям для успешного произрастания данной породы, что и вызвало массовую гибель саженцев.

На данном участке следовало посадить лиственные породы устойчивые к поражению корневой губкой, изначально приведшей к гибели произраставших там хвойных деревьев.

Литература

1. Инструкция по борьбе с корневой губкой сосны, ели и пихты в лесах СССР.- Москва.1979. 17 с.
2. Стороженко В.Г., Вишневецкая И.Г. Способ борьбы с корневой губкой. Авторское свидетельство № 681589, 1979.
3. Защита плантационных культур ели и сосны от вредителей и болезней: Методические рекомендации ЛенНИИЛХ, МТИ. – Ленинград. 1990.
4. Федоров Н. И. Корневые гнили хвойных пород. — Москва Лесная промышленность, 1984. - 160 с.
5. Семенова И.Г., Соколова Э.С. Фитопатология: учебник для студентов вузов. - Москва: Издательский центр "Академия", 2003. - 480 с.

References

1. Guide to combat the root sponge pine, spruce and fir forests SSSR.- Moskva.1979. 17 p.
2. Storozhenko V.G., Vishnevskaya I.G. A method for controlling root sponge. Copyright certificate number 681 589, 1979.
3. Protection of plantation crops spruce and pine from pests and diseases: Guidelines LenNIILH, MIT. - Leningrad. 1990.
4. Fedorov N.I. Root rot softwood. - Moscow Forestry, 1984. - 160 p.
5. Semenkova I.G., Sokolova E.S. Phytopathology: a textbook for university students. - Moscow : Publishing Center "Academy", 2003. - 480 p.

Бегун С.А.¹, Якименко М.В.²

¹Ведущий научный сотрудник, ²Зав. лабораторией биологических исследований, кандидат биологических наук, ФГБНУ Всероссийский НИИ сои

НОВЫЕ ШТАММЫ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РИЗОБИЙ ПРИАМУРЬЯ

Аннотация

Выявлено, что 68...93 % новых штаммов ризобий, выделенных в чистую культуру из клубеньков маша и вигны, вызывают активное клубенькообразование на корнях сои, маша и вигны вида *V. radiata*. Штаммы Ву-4, Ву-5 и Ву-6 активно образуют клубеньки не только на корнях сои, маша и вигны вида *V. radiata*, но и на корнях другого вида вигны *V. unguiculata*.

Ключевые слова: ризобии, штаммы, виды, коллекция, соя, вигна, маш.

Begun S.A.¹, Yakimenko M.V.²

¹Vidushi researcher, ²Head. laboratory biological research, candidate of biological research, FSBI all-Russian research Institute of soybean

NEW STRAINS ISOLATED FROM NATURAL POPULATIONS OF RHIZOBIA PRIAMURYE

Abstract

It is revealed that 68-93 % of new strains of rhizobia isolated in Chi-out culture of nodules Masha and Vigny, causing tuber-labretonie on the roots of soybean, mung bean and Vigna type of *V. radiata*. Strains WS-4, WS-5 and WS-6 active form nodules not only on the roots of soybean, mung bean and Vigna species *V. radiata*, but also on the roots of other species Vigna *V. unguiculata*.
Keywords: rhizobia, strains, types, collection, soybean, cowpea, green gram.

Keywords: rhizobia, strains, types, collection, soybean, cowpea, green gram.

В 2012 году из клубеньков двух видов вигны (*V. radiata* и *V. unguiculata*) и фасоли золотистой (*P. aureus*) было выделено в чистую культуру 28 штаммов ризобий [1]. В коллекции оставлено 10 штаммов ризобий (индекс Ву), выделенных из клубеньков *Vigna unguiculata*, 14 штаммов ризобий (индекс Вр) выделенных из клубеньков *Vigna radiata*, а также 4 штамма выделенных из *Paseolus aureus* (таблица 1). При выращивании выделенных культур ризобий на минерально-растительной питательной агаризованной среде (МРС) с маннитом штрих имеет однородную беловатую, реже бесцветную окраску.

На среде МРС с маннитом, выделенные в чистую культуру штаммы ризобий могут иметь умеренный, хороший и обильный рост [1]. На среде МРС с лактозой, выделенные в чистую культуру ризобии заметно отличаются по интенсивности роста. Ряд штаммов ризобий (Ву-4, Ву-6, Вр-2, Вр-3, Вр-8, Вр-11, Вр-12, Вр-13) имеют скудный рост на среде МРС с лактозой. В тоже время новые штаммы ризобий Ву-5, Ву-9, Вр-15, Вр-17, ФЗ-23 и ФЗ-25 дали обильный рост штриха на этой среде (таблица 1).

По показателям роста на мясо-пептонном агаре (МПА) новые штаммы разделены на две группы: 11 штаммов ризобий растут на мясо-пептонном агаре, а 17 штаммов не способны расти на этой среде.

В 2013 году была изучена вирулентность новых штаммов ризобий при инокуляции сои (сорт Гармония), маша (*P. aureus*) и вигны двух видов (*V. radiata* и *V. unguiculata*) [1]. Во всех лабораторных опытах в качестве стандарта использовался штамм 648а вида *B. japonicum*.

Установлено, что все 28 новых штаммов ризобий, выделенных из клубеньков вигны двух видов и маша, хорошо образуют клубеньки на корнях сои сорта Гармония. Большинство новых штаммов (20) имели вирулентность на сое 70...100%. Стопроцентную вирулентность на сое показали штаммы Ву-3, Ву-4, Вр-4, Вр-6, а также штамм-стандарт 648а (таблица 2).

Таблица 1 – Происхождение и культуральные свойства чистых культур штаммов ризобий, выделенных из природных популяций соевого региона Приамурья, 2013 г.

Происхождение штаммов	Индекс штамма	Окраска штриха культуры, выращенной на среде МРС с маннитом	Интенсивность роста штриха на среде МРС с углеводами		Рост на МПА
			маннит	лактоза	
Тамбовский район, с. Садовое, зернобобовая культура Вигна (<i>V. unguiculata</i>) август 2012 г.	Ву-2	беловатая	3	3	+
	Ву-3	беловатая	3	3	Н
	Ву-4	беловатая	2	1	Н
	Ву-5	слабо-беловатая	4	4	Н
	Ву-6	беловатая	2	1	Н
	Ву-8	бесцветная	4	2	+
	Ву-9	беловатая	3	4	+
	Ву-10	слабо-беловатая	3	2	Н
	Ву-11	беловатая	3	3	+
	Ву-12	бесцветная, газ	3	3	+

Тамбовский район, с. Садовое, зернобобовая культура Вигна (V. radiata) август 2012 г.	Вр-1	беловатая	2	2	Н
	Вр-2	беловатая	3	1	+
	Вр-3	беловатая	3	1	Н
	Вр-4	беловатая	3	2	Н
	Вр-5	бесцветная, газ	4	3	+
	Вр-6	бесцветная, газ	4	2	Н
	Вр-8	слабо беловатая	2	1	Н
	Вр-9	беловатая	3	2	Н
	Вр-11	беловатая	2	1	Н
	Вр-12	беловатая	2	1	Н
	Вр-13	бесцветная, газ	4	1	Н
	Вр-15	бесцветная	4	4	+
	Вр-16	бесцветная, газ	4	2	Н
	Вр-17	бесцветная, газ	4	4	+
Тамбовский район, с. Садовое, фасоль золотистая (P. aureus) август 2012	ФЗ-22	беловатая	3	2	Н
	ФЗ-23	беловатая, неоднородная	3	4	+
	ФЗ-25	бесцветная, слегка желтоватая	4	4	+
	ФЗ-27	бесцветная	4	3	Н
Примечание 1 – скудный рост; 2 – умеренный рост; 3 – хороший рост; 4 – обильный рост; + или Н - наличие или отсутствие роста штаммов на МПА.					

При испытании новых штаммов ризобий на фасоле золотистой (маш) из 28 испытываемых культур только один штамм (Вр-5) оказался не способным образовывать клубеньки на корнях маша. Шестнадцать штаммов, выделенных из клубеньков вигны двух видов и маша, показали высокие (70...100 %) показатели вирулентности. Штаммы Ву-4, Вр-1, ФЗ-23 и ФЗ-25 обладают стопроцентной вирулентностью на маше. Однако соевый штамм 648а при инфицировании растений маша показал 50% вирулентности (таблица 2).

Таблица 2 – Вирулентность штаммов ризобий, выделенных в чистую культуру из клубеньков маша и вигны (V. radiata и V. unguiculata) при инокуляции семян сои, маша, вигны (в среднем)

Номер штамма	Соя Сорт Гармония			Маш P. aureus			Вигна V. radiata			Вигна V. unguiculata		
	клубеньки		Вирул. %	клубеньки		Вирул. %	клубеньки		Вирул. %	клубеньки		Вирул. %
	Средн.	lim		Средн.	lim		Средн.	lim		Средн.	lim	
648а	7,6	2-18	100	2,5	0-14	50	0,1	0-1	11	0	0	0
Ву-2	3,6	0-7	90	11	0-6	40	0,3	0-1	33	0	0	0
Ву-3	5,4	1-12	100	4,1	0-11	90	7,9	0-30	90	0	0	0
Ву-4	4,8	2-9	100	4,7	1-10	100	6,4	0-16	90	19,4	3-50	100
Ву-5	2,1	0-6	70	1,0	0-2	60	0,1	0-1	10	11,4	0-30	80
Ву-6	3,0	0-6	80	2,1	0-4	90	8,8	0-22	90	22,3	2-45	100
Ву-8	2,8	0-6	80	1,5	0-4	70	1,5	0-6	50	0	0	0
Ву-9	1,9	0-5	60	2,4	0-5	90	14,4	5-35	100	0	0	0
Ву-10	4,9	0-9	80	3,0	0-6	80	8,7	0-20	90	5,1	0-30	22
Ву-11	3,7	0-7	90	1,4	0-4	70	0,2	0-2	10	0	0	0
Ву-12	4,5	0-15	60	0,7	0-3	30	7,2	0-15	90	0	0	0
Вр-1	5,2	0-12	90	4,5	1-10	100	9,6	1-26	100	0	0	0
Вр-2	2,0	0-9	50	6,4	0-32	67	42,4	28-67	100	0	0	0
Вр-3	4,2	0-9	80	6,2	0-17	70	8,9	0-30	80	0	0	0
Вр-4	4,9	1-8	100	3,5	0-14	50	7,2	0-20	80	0	0	0
Вр-5	3,5	0-7	90	0	0	0	0,1	0-1	10	0	0	0
Вр-6	3,3	1-6	100	3,5	0-8	50	5,5	0-19	70	0	0	0
Вр-8	2,2	0-5	50	3,3	0-10	78	8,3	0-22	70	0	0	0
Вр-9	3,9	0-10	70	2,8	0-7	60	10,1	0-25	80	0	0	0
Вр-11	2,8	0-5	80	7,5	0-40	40	4,5	0-15	70	0	0	0
Вр-12	2,5	0-6	70	2,6	0-14	50	4,9	0-38	30	0	0	0
Вр-13	1,2	0-3	60	1,6	0-4	70	5,6	0-14	80	0	0	0
Вр-15	2,3	0-6	70	1,9	0-5	80	5,6	0-16	80	0	0	0
Вр-16	4,0	0-11	80	1,4	0-6	25	2,8	0-8	67	0	0	0
Вр-17	1,0	0-5	50	1,7	0-8	60	2,0	0-9	50	0	0	0
ФЗ-22	3,3	0-7	90	5,9	0-18	75	0,8	0-3	40	0	0	0
ФЗ-23	2,8	0-5	80	15,0	8-25	100	0	0	0	0	0	0
ФЗ-25	0,5	0-3	22	20,1	3-40	100	0,1	0-1	10	0,5	0-5	11
ФЗ-27	0,9	0-7	30	8,4	0-26	75	0,4	0-2	33	0,4	0-4	11
Средние показатели	3,1	0-15	74	4,2	0-44	66	6,2	0-67	61	2,1	0-50	11

На вигне вида V. radiata из 28 испытываемых штаммов не вирулентным оказался штамм ФЗ-23, выделенный в чистую культуру из клубеньков фасоли золотистой. Шестнадцать штаммов, выделенных из клубеньков вигны обоих видов (V. radiata и

V.unguiculata) показали вирулентность 70...100 %. Низкой вирулентностью (10...11 %) на вигне (V. radiata) обладают штаммы ФЗ-25, Вр-5, Ву-11, Ву-5, а также соевый штамм 648а (таблица 2).

В следующем эксперименте испытывались все 28 новых штаммов ризобий, выделенных в чистую культуру из клубеньков зернобобовых культур, на новом виде вигны (V.unguiculata). Оказалось, что 22 штамма ризобий, выделенных в чистую культуру из клубеньков вигны и маша не вирулентны на растениях Vigna unguiculata. Не вирулентным оказался штамм 648а, который испытывался в качестве стандарта. Высокими показателями вирулентности, а также количества клубеньков на корнях вигны (V.unguiculata) обладают штаммы Ву-5, Ву-6, Ву-4, выделенные в чистую культуру из клубеньков вигны этого же вида. Три штамма (Ву-10, ФЗ-25 и ФЗ-27) показали невысокую вирулентность (11...22 %) на вигне (V.unguiculata) (таблица 2).

По усредненным данным (таблица 3) на культуре сои 100 % вирулентностью и высокой активностью клубенькообразования обладает соевый штамм 648а. Штаммы, выделенные из клубеньков вигны двух видов (V. radiata и V.unguiculata), также обладают достаточно высокой вирулентностью на сое (74...81%).

На фасоле золотистой (маш) лучшие показатели вирулентности (87%) у штаммов, выделенных из клубеньков этого же вида. Штаммы, выделенные из клубеньков вигны вида V.unguiculata, также обладают высокой вирулентностью (73%) на маше. У соевого штамма 648а и штаммов, выделенных из клубеньков вигны вида V. radiata, показатели вирулентности при инфицировании маша составили 51 и 57 % соответственно (таблица 3).

При инфицировании вигны вида V. radiata штаммами, выделенными из клубеньков вигны обоих видов, показатели вирулентности и интенсивности клубенькообразования были достаточно высокие, в то время как штаммы, выделенные из клубеньков маша, а также соевый штамм 648а, оказались слабовирулентными.

Соевый штамм 648а, а также штаммы, выделенные из клубеньков вигны V. radiata, оказались не вирулентными при инфицировании вигны V.unguiculata. Слабую вирулентность показали штаммы, выделенные из клубеньков маша. Однако среди 10 чистых культур, выделенных из клубеньков вигны V.unguiculata, штаммы Ву-4, Ву-5, Ву-6 оказались высоковирулентными (80...100%) и с высокими показателями клубенькообразования (11,4...22,3 клубенька на 1 растение). Остальные штаммы ризобий, выделенные из клубеньков V.unguiculata, оказались не вирулентными или слабовирулентными на этом виде вигны (таблица 2, 3).

Таким образом, из 28 штаммов выделенных в чистую культуру из клубеньков вигны и маша подавляющее количество активно образуют клубеньки на корнях сои, маша и вигны вида V. radiata. Показатель вирулентности этих штаммов на сое, маше и V. radiata составил 61...74 %. Штаммы Ву-4, Ву-5 и Ву-6 активно образуют клубеньки не только на корнях сои, маша и V. radiata, но и на корнях другого вида вигны V.unguiculata, тогда как остальные из вновь выделенных штаммов не нодулируют эту культуру.

Работы по изучению свойств штаммов, выделенных из клубеньков зернобобовых культур будут продолжены.

Таблица 3 – Вирулентность штаммов ризобий, выделенных в чистую культуру из клубеньков зернобобовых культур при инокуляции семян сои, маша, вигны двух видов (усредненные данные)

Происхождение штамма, количество	Соя сорт Гармония			Маш P.aureus			Вигна V. radiata			Вигна V.unguiculata		
	клубеньки		Вирул., %	клубеньки		Вирул., %	клубеньки		Вирул., %	клубеньки		Вирул., %
	Средн.	lim		Средн.	lim		Средн.	lim		Средн.	lim	
V.unguiculata, 10 штаммов	3,7	0-15	81	2,2	0-11	73	5,5	0-35	65	5,8	0-50	30
V. radiata, 14 штаммов	3,1	0-12	74	3,3	0-40	57	8,4	0-67	69	0	0	0
P.aureus, 4 штамма	1,9	0-7	51	12,3	0-40	87	0,3	0-3	21	0,2	0-5	5
Соя, штамм 648а	7,6	2-18	100	2,5	0-14	50	0,1	0-1	11	0	0	0

Литература

1. Бегун С. А. Способы, приёмы изучения и отбора эффективных штаммов клубеньковых бактерий сои. Методы аналитической селекции / С. А. Бегун, В. А. Тильба. – Благовещенск: Изд-во «Зей», 2005. – 70 с.

References

1. Begun S.A. Methods, methods of study and selection of effective strains of nodule bacteria of soybeans. Analytical methods of selection / S.A. Begun, V.A. Tilba. – Blagoveshensk: Publishing house "Zeya", 2005. – 70 p.

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

Смирнов И.И.¹, Лобачев Г.Ю.², Сулейманов Т.И.³, Амирханов Н.А.⁴

¹Начальник производственного отдела ЗАО «Октопус», ²проектный менеджер ЗАО «Октопус», ³начальник группы авторского надзора ЗАО «Октопус», ⁴инженер группы авторского надзора ЗАО «Октопус», ⁴соискатель ученой степени кандидата географических наук

ЛИКВИДАЦИЯ СКВАЖИН АГКМ МЕТОДОМ СОЗДАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ФЛЮИДОУПОРНОГО ЭКРАНА, ЕГО ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

Аннотация

В условиях Астраханского газоконденсатного месторождения актуальной проблемой при ликвидации скважин является обеспечение надежной и продолжительной по времени герметичности флюидоупорных экранов. Наиболее оптимальным техническим решением данной проблемы является восстановление разобщенности слагающих осадочный чехол пород или комплексов горных пород друг от друга с помощью создания системы естественных флюидонепроницаемых покрышек. В статье описаны причины возникновения не герметичности на ликвидационных скважинах, методы создания флюидоупорных экранов, особенности и преимущества метода затекания солей над методом установки цементного моста.

Ключевые слова: Астраханское газоконденсатное месторождение, ликвидация скважин, искусственный флюидоупорный экран, естественный флюидоупорный экран.

ELIMINATION OF WELLS OF AGKM BY A CREATION METHOD NATURAL FLYUIDOUPORNY SCREEN, ITS FEATURE AND ADVANTAGE

Abstract

In the conditions of the Astrakhan gas-condensate field an actual problem at elimination of wells is ensuring reliable and enduring tightness the flyuidoupornykh of screens. The most optimum technical solution of this problem is restoration of dissociation of the breeds composing a sedimentary cover or complexes of rocks from each other by means of creation of system natural the flyuidonepronitsayemykh of tires. In article the reasons of emergence not of tightness on liquidating wells, creation methods the flyuidoupornykh of screens, features and advantages of a method of a zatekaniye of salts over method of installation of the cement bridge are described.

Keywords: Astrakhan gas-condensate field, elimination of wells, artificial flyuidouporny screen, natural flyuidouporny screen.

Астраханское газоконденсатное месторождение (АГКМ) является одним из уникальных газовых месторождений России, его запасы оцениваются в 2,5 трлн. м³ газа и 400 млн. тонн конденсата с высоким содержанием сероводорода (28 %) и углекислого газа (16 %). АГКМ имеет сложный литолого-стратиграфический разрез и аномально высокие пластовые давления, которые создают определенные трудности в процессе строительства и ликвидации скважин.

В процессе ликвидации скважин одной из важнейших проблем является обеспечение герметичности конструкции скважин и пространства между горной породой. Возникновение не герметичности может быть обусловлено многими причинами, в том числе:

- низкой эффективностью существующих технологий крепления скважин;
- отсутствием тампонажных материалов, обеспечивающих герметичность крепи на длительный срок;
- использование взрывных перфораторов при вскрытии продуктивного горизонта;
- многократные опрессовки эксплуатационной колонны и цементных мостов;
- кислотные обработки и гидроразрывы пласта;
- старение цементного камня во времени;
- влияние агрессивной среды (пластовые воды, H₂S, CO₂ и др.).

Кроме вышеперечисленного, основным фактором, влияющим на герметичность цементного камня, являются недостатки существующих конструкций скважин, в том числе, жесткое крепление всех колонн между собой цементным раствором, включая эксплуатационную колонну.

При пуске скважины в эксплуатацию и при ее закрытии возникают знакопеременные газогидродинамические и гидравлические нагрузки, достигающие больших величин. При работе скважины эксплуатационная и другие колонны прогреваются, что приводит к термическому расширению как по длине колонн, так в диаметре, и наоборот, при остановке происходит охлаждение и сужение колонн. Частые пуски – остановки, неизбежные при эксплуатации скважин, приводят к разрушению крепи (цемента) между всеми колоннами и горной породой.

Помимо этого, отрицательное воздействие на жесткую систему крепления оказывают постоянное вибрационное поле, возникающее при движении газожидкостного потока из продуктивного пласта к устью, сейсмическое воздействие земной коры и аномальные геодинамические процессы. Все это приводит к деформации и растрескиванию цементного камня, возникновению каналов, способствующих фильтрации флюидов (газа, нефти, воды, рапы) из пластов с АВПД в пласты с меньшим давлением. Возникают межпластовые перетоки (МПП), межколонные давления (МКД) и микрогрифоны вокруг устья скважины.

Как показывает практика, установка цементного моста дает положительный результат в течение ряда лет, но не обеспечивает надежную изоляцию слагающих пород, вскрытых при бурении, друг от друга в длительном периоде времени. Это в первую очередь связано с неизбежным разрушением металла обсадных колонн и цементной крепи во времени и образованием путей миграции для пластовых флюидов.

Наиболее оптимальным техническим решением для ликвидации скважин является восстановление разобщенности слагающих осадочный чехол пород или комплексов горных пород друг от друга с помощью создания системы искусственных или естественных флюидонепроницаемых покрышек и изоляционных тампонажных экранов. Рассмотрим эти два способа подробнее.

Метод создания искусственного флюидоупорного экрана

Одним из методов создания искусственного флюидоупорного экрана является способ изоляции перекрытого эксплуатационной колонной продуктивного пласта, которые включает установку цементного моста в покрышке продуктивного пласта (рисунок № 1).

Данный метод осуществляется следующим образом:

1. Установка цементного моста в интервале продуктивного пласта до нижней отметки фрезерования колонны;
2. Фрезерование колонны эксплуатационной колонны в интервале покрышки;
3. Разбуривание цементного кольца;
4. Расширение ствола скважины на 10-15мм в сторону от первоначального размера;

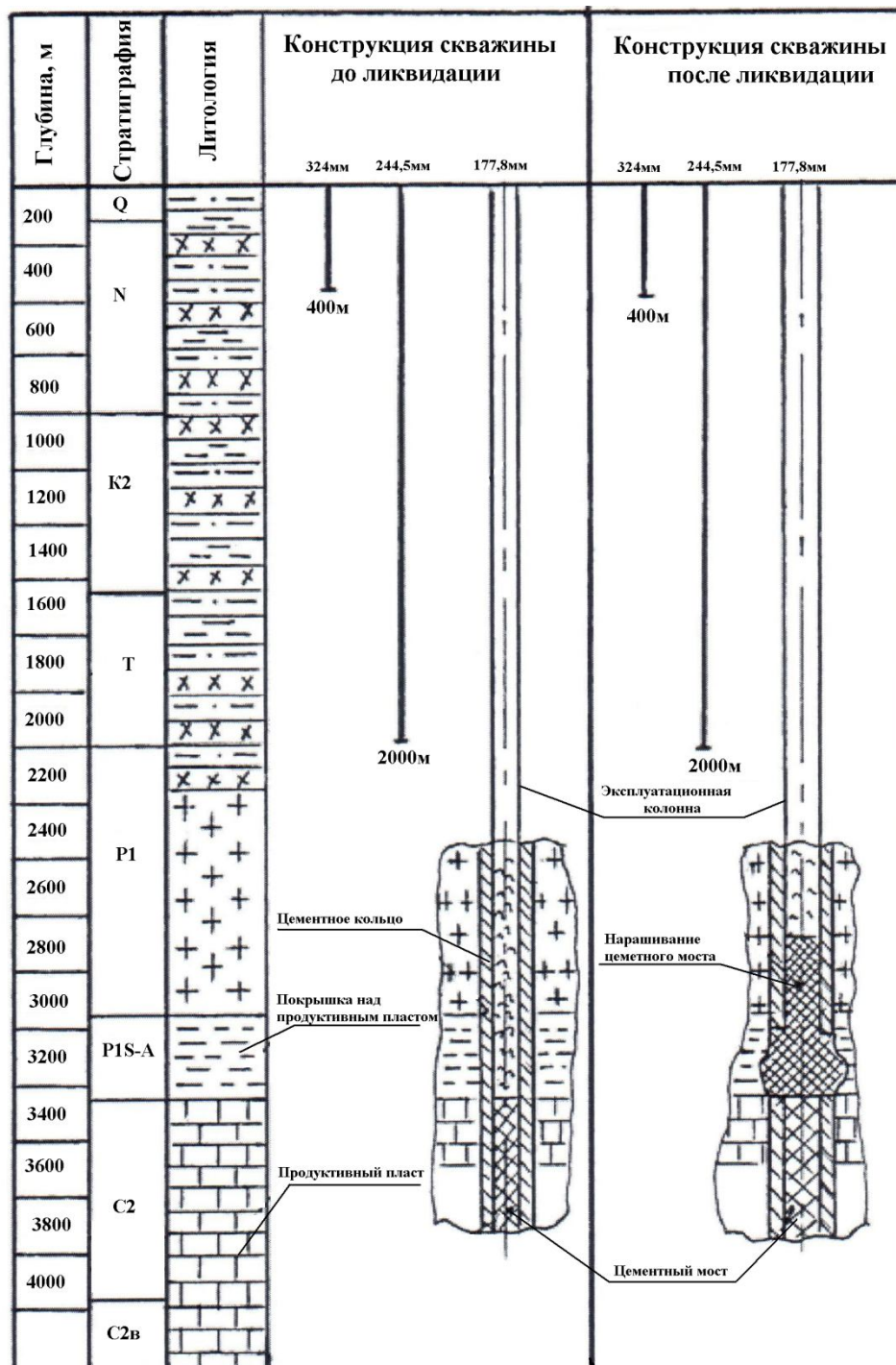


Рис. № 1. Способ изоляции продуктивного пласта искусственным методом

- Установка высокопрочного, коррозионно-стойкого герметичного моста на основе термостойкого материала, вяжущего, шлакопесчаного цемента;
- Наращивание цементного моста до требуемой отметки.

Техническим результатом выше описанного метода является повышение надежности изоляции продуктивного пласта, перекрытого эксплуатационной колонной за счет восстановления покрышки и повышения степени сцепления цементного камня с горной породой.

Метод создания естественного флюидоупорного экрана

Для повышения надежности ликвидации скважин АГКМ целесообразнее использовать метод создания естественного флюидоупорного экрана путем затекания высокопластичных пород при их наличии в разрезе скважины, так как по своему составу флюидоупорный экран будет идентичным по химическому составу слагающих пород (рисунок № 2).

Данный метод осуществляется следующим образом:

- Установка цементного моста над продуктивным пластом в обсадной колонне;
- Вырезка окна в интервале высокопластичных пород с помощью раздвижных фрезерных устройств;
- Установка дополнительного цементного моста таким образом, чтобы его кровля соответствовала нижней границе интервала высокопластичных пород;
- Создание гидростатического давления для образования течения пластичной породы (солей) внутрь скважины.
- Ожидание затекания солей продолжительностью 35 суток, при скорости течения солей 6,0мм в сутки (в случае течения солей менее 6мм в сутки – ожидать полного затекания экономически не эффективно);
- Проведение геофизических исследований скважины по определению диаметра ствола скважины с периодичностью 1 раз/10 суток.

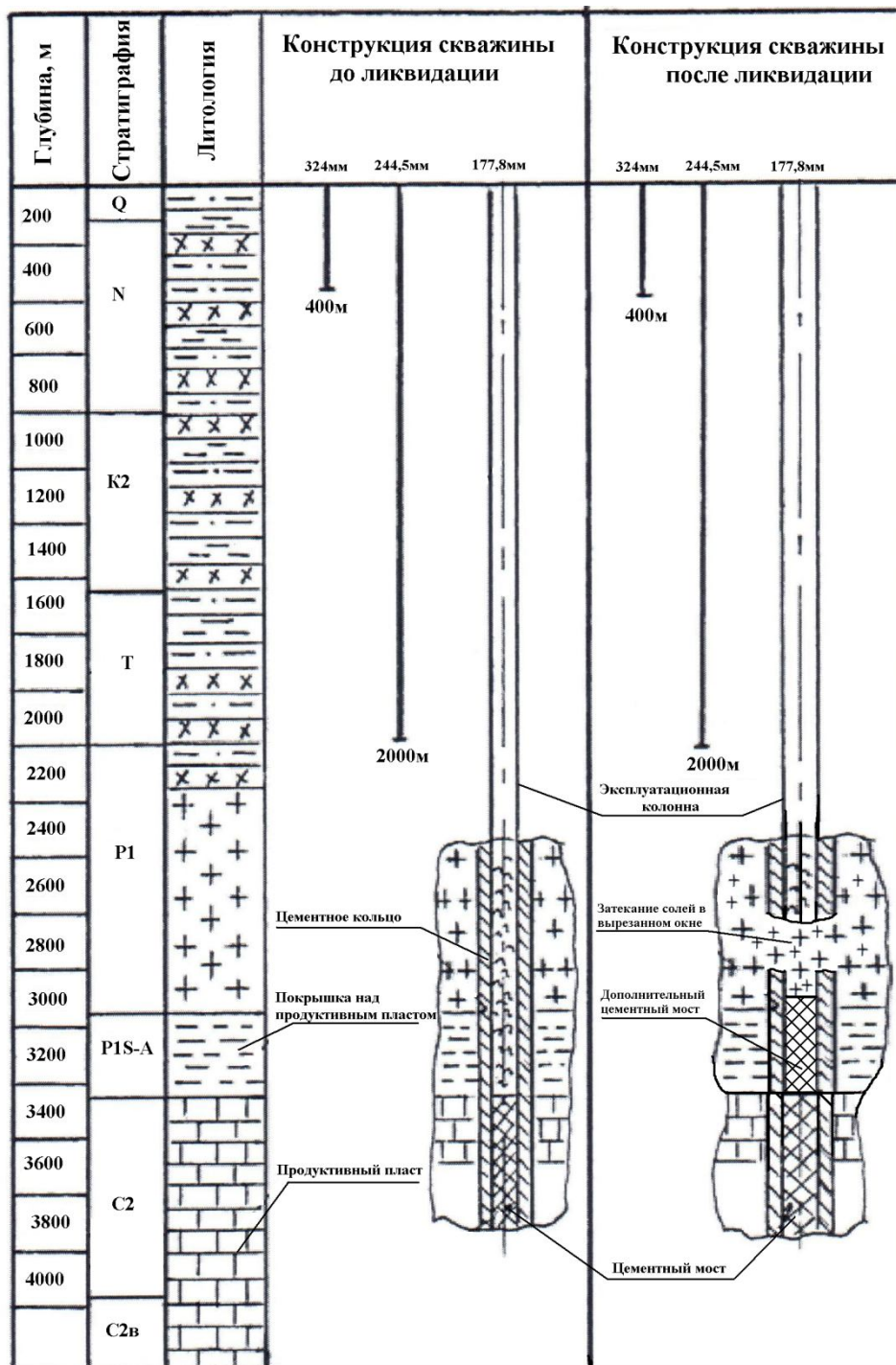


Рис. № 2. Способ изоляции продуктивного пласта естественным методом

Пластичная порода, заполнив ствол скважины, полностью изолирует продуктивный горизонт от дневной поверхности.

При разработке способа ликвидации скважин путём выполнения мероприятий направленных на формирование естественного флюидоупорного экрана методом затекания соленосных или глинистых отложений при проведении ликвидационных работ, необходимо учитывать следующие данные:

- полученные Г.А. Стрельцом (1969), свидетельствующие, что наличие в каменной соли примеси глинистого материала снижает ее прочность и приводит к росту скорости ползучести - незначительное количество примеси глины (до 1,7%) резко снижает предел текучести и вязкость каменной соли.

- полученные В.С. Войтенко (1974), также показывают, что примесь глины снижает прочность галита. Экспериментальными исследованиями В.С. Войтенко установлено, что примеси глины до 8 % снижают прочность каменной соли примерно в 1,5 раза, причем с увеличением содержания примеси скорость ползучести растет, что объясняется облегчением процесса деформирования по плоскостям скольжения за счет «смазывающей» роли влажной глины. Помимо этого, при увлажнении буровым раствором заглинизированная каменная соль легче растворяется и разрушается вследствие диспергирования глинистой составляющей (А.Б. Зановский, 1972). Сопротивление деформированию и разрушению соляной породы определяется физико-механическими свойствами более слабых пород (глины, бишофита, карналлита), прослойки которых играют роль «смазки» и облегчают выдавливание в ствол более прочных межсолевых пород.

- экспериментальными исследованиями установлено галит с примесью глинистого материала, также как хлориды калия и магния, обладают повышенной пластичностью по сравнению с чистым галитом и сильвинитом.

- В.С. Войтенко и др. проводили испытания образцов каменной соли на ползучесть, которые показали, что реологические свойства каменной соли более зависят от ее влажности, чем от температуры. С ростом температуры процессы ползучести и растворения солей интенсифицируются при сохранении механизма их воздействия.

- результаты экспериментов, проведенных Г.Х. Агаевым и др. (1984), показали, что неоднородные породы (соль-глина) являются наиболее неустойчивыми, и тем самым подтвердили снижение прочности и устойчивости каменной соли с примесью глинистого вещества.

– из инженерной геологии известно, что деформации ползучести подвергаются обычно пласты пород, залегающие на слабом увлажненном глинистом прослое. Следовательно, глинистое вещество, присутствующее в каменной соли, особенно при большом увлажнении под геостатической нагрузкой снижает сцепление между отдельными слоями и способствует сужению ствола скважины.

– по данным исследователей ВолгоградНИПИнефть И.А. Гриценко, И.К. Майорова, Н.П. Гребенникова и др., сужение ствола скважины в соляных породах может достигать 0,25% диаметра в сутки, что позволяет использовать их для создания естественных изоляционных покрышек-экранов при ликвидации МПП и скважин с МКД. В действительности, как показывают фактические данные, скорость затекания солей на АГКМ зачастую превышала 8-9 мм/сут.

– по результатам проведенных в ОАО «СевКавНИПИгаз» лабораторных исследований образцов каменной соли из скважины № 1 Кордуанной площади (интервал 1707-1711 м) и скважины № 2-РФ Астраханской площади (интервал 3705-3712 м) определено, что предел прочности на срез при кратковременном нагружении исследованной каменной соли составляет соответственно 3,8 МПа и 8,5 МПа. Столь значительное различие прочностных параметров связано с различием термобарических условий залегания солей, их структурно-текстурных характеристик.

9. Прогнозировать скорость сужения ствола неравномерным давлением без наличия дополнительной информации невозможно, т.к. необходимо иметь информацию не только о горном давлении и пластовой температуре, но и наличия напряжённого состояния в солевых пропластках, минералогическом составе соленосных отложений, толщине и углах падения сложенных пород.

Из вышеизложенного анализа научно-технической литературы, можно сказать, что при ликвидации скважин методом затекания солей, необходимо учитывать:

– объективные трудности по выделению в соленосном разрезе интервалов высокопластичных солевых пород, на основании данных проводимых методами ГИС;

– объективные трудности по вызову искусственного быстротечного затекания солевых пород при проведении ликвидационных работ путем сообщения заколонного пространства скважины с ее колонным пространством;

– медленное течение солей, осыпание солей при формировании технологического окна и формировании флюидоупорного экрана, смятие башмаков эксплуатационной и технической колонн в скважине.

Для более качественного проведения ликвидации скважин АГКМ с помощью затекания солей необходимо проведение дополнительного комплекса работ:

I. Определить возможность разработки и опробировав методики выявления напряжённо-деформированных зон соленосных отложений в кунгурском ярусе иренского горизонта ($P_{\text{ик-ii}}$) для последующего более точного выбора интервала формирования флюидоупорного экрана в составе ликвидационных работ. Выполнить НСЗ (низкочастотное сейсмическое зондирование), ЛМС (локация микросейсмических событий) на скважинах с положительным и отрицательным результатом формирования естественного флюидоупорного экрана (течение/отсутствие течения солей), с целью фиксации АВПД как фонового замера.

II. Включить в планируемый комплекс ГИС при ликвидации скважин следующие дополнительные исследования:

а) после извлечения ПО и изоляции продуктивного пласта проведение ВСП (вертикальное сейсмическое профилирование) – с целью определения сейсмической скорости в геологическом разрезе вскрытого скважиной и интерпретации данных НСЗ, ЛМС;

б) до начала ликвидационных работ, в рамках «Методики...», проведение НСЗ, ЛМС – с целью выделения напряженно-деформированных зон в солевых отложениях по стволу скважины и последующей корректировки или подтверждения выбранного ПД интервала формирования естественного флюидоупорного экрана;

в) при осуществлении контроля за затеканием солей совместно с замерами ПТС в технологическом окне проводить акустический и гамма-гамма плотностной каротаж – с целью определения физико-механических свойств каменной соли (прочностных характеристик) и необходимости затекания солей в выбранный интервал вырезки технологического окна.

III. При наличии напряженно-деформированных зон выявленных в ходе интерпретации результатов полученных методом НСЗ, на основании рекомендаций выдаваемых специализированной организацией, проводить процедуру подтверждения выбранного ПД интервала формирования естественного флюидоупорного экрана или корректировку интервала формирования естественного флюидоупорного экрана. Вырезку технологического окна, производить не в интервалах «чистых солей», а в кровле ангидритовых пачек или терригенных отложений, не насыщенных рапой.

IV. При строительстве скважин АГКМ в процессе бурения производить исследования по определению химического состава солей и их заглинизированности.

V. При формировании естественного флюидоупорного экрана в интервале технологического окна при скорости затекания солей менее 6 мм/сутки или формировании проницаемого (нефлюидоупорного) экрана (по результатам замеров АК, ГГК-II) в соответствии с проектными решениями, устанавливать мост на основе тампонажных составов приближенных по своим физико-химическим свойствам к породе.

VI. При формировании естественного флюидоупорного экрана ограничивать величину депрессии на солевой пласт в интервале вырезки технологического окна, так как:

а) при превышении критического значения депрессии возможно растрескивание и осаждение солей в интервале вырезки. В этом случае, даже при наличии достаточной толщины осевших солей нельзя гарантировать её достаточную флюидоупорность – отсутствие проницаемости;

б) при превышении критического значения депрессии возможно смятие башмаков эксплуатационной и технической колонн. В этом случае, невозможно гарантированно надежно изолировать нижезалегающие сульфатно-терригенные рапоносные пропластки с АВПД и источники МКД, герметизировать колонное пространство 7", межколонные пространства 7"/9" и заколонное пространство между 9" технической колонной и породой.

VII. Провести ряд исследований с целью внедрения в ликвидационные технологии:

– свойства кристаллических солей (K, Mg, Na и др.) в условиях приближенных к скважинным (термобарических условий залегания солей) с целью, определения возможности, способов и временных параметров доведения их структурно-текстурных характеристик до гарантированно флюидоупорных (отсутствие проницаемости);

– сокращение времени затекания солей в интервалах формирования естественного флюидоупорного экрана, за счет замещения части скважинного пространства, совместимыми с породой солевыми смесями (малорастворимые или выкристаллизирующиеся и осаждающиеся в результате химической реакции или изменении скважинных условий).

Выполнение данного комплекса работ позволит сократить временные затраты на затекание солей довести до их норм заложенных в ПД (при вялотекущем процессе течения пород) и может привести к значительному сокращению времени затекания солей (при внедрении новой технологии) и гарантировать достаточную прочность и непроницаемость естественного флюидоупорного экрана.

Таким образом, учитывая особенности методик проведения ликвидационных работ, с помощью создания искусственного или естественного флюидоупорного экрана, и достигнутый положительный результат на 4 скважинах АГКМ (в течение 6 лет давления в МКП не зафиксировано), можно сделать вывод о том, что метод затекания солей является наиболее высоконадежным и исключает возможность повторного проведения изоляционно-ликвидационных работ, возникающих при использовании стандартной методики.

Литература

1. Бирияльцев Е.В., Лобачев Г.Ю., Амирханов Н.А., Смирнов И.И. Инженерно-техническое сопровождение – новый способ контроля при строительстве и ликвидации скважин в условиях Астраханского ГКМ / Международный научно-исследовательский журнал ISSN 2303-9868, № 2 (21) Часть 1. Екатеринбург 2014.
2. Воронин Н.И. Особенности геологического строения и нефтегазоносность юго-западной части Прикаспийской впадины. АГУ. Астрахань, 2004/
3. Гриценко И.А. Исследование механических свойств каменной соли и бишофита / И.А. Гриценко, И.К. Майоров, Н.П. Гребенников // Бурение глубоких скважин в Приволжской моноклинали и Прикаспийской впадине. М.: ИГиРГИ, 1973. - С. 39-43.
4. Журавлев С.Р. Существующие проблемы при строительстве, эксплуатации и ликвидации скважин / Международный научно-исследовательский журнал. 2006.
5. Отчет о научно-исследовательской работе ООО «ВНИИГАЗ». 2007.
6. Отчет «определение текучести солей на лицензионном участке Астраханского ГКМ для создания непроницаемых экранов за счет их естественной текучести» / ОАО «СевКавНИПИгаз», 2008.
7. A Guide to the Project Management Body of Knowledge // An American National Standard. ANSI/PMI 99-001-2008.

References

1. Birjal'cev E.V., Lobachev G.Ju., Amirhanov N.A., Smirnov I.I. Inzhenerno-tehnicheskoe soprovozhdenie – novyj sposob kontrolja pri stroitel'stve i likvidacii skvazhin v uslovijah Astrahanskogo GKM / Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal ISSN 2303-9868, № 2 (21) Chast' 1. Ekaterinburg 2014.
2. Voronin N.I. Osobennosti geologicheskogo stroenija i neftegazonosnost' jugo-zapadnoj chasti Prikaspijskoj vpadiny. AGU. Astrahan', 2004.
3. Gricenko I.A. Issledovanie mehanicheskix svojstv kamennoj soli i bishofita / I.A. Gricenko, I.K. Majorov, N.P. Grebennikov // Burenje glubokih skvazhin v Privolzhskoj monoklinali i Prikaspijskoj vpadine. M.: IGIRGI, 1973. - S. 39-43.
4. Zhuravlev S.R. Sushhestvujushhie problemy pri stroitel'stve, jekspluatacii i likvidacii skvazhin / Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2006.
5. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote ООО «VNIIGAZ». 2007.
6. Otchet «opredelenie tekuchesti solej na licenzionnom uchastke Astrahanskogo GKM dlja sozdanija nepronicaemyh jekranov za schet ih estestvennoj tekuchesti» / ОАО «SevKavNIPigaz», 2008g.
7. A Guide to the Project Management Body of Knowledge // An American National Standard. ANSI/PMI 99-001-2008.

Антропова Н.А.

Кандидат геолого-минералогических наук, Томский политехнический университет

СОРБЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ НА ОСНОВЕ ВЕРХОВЫХ СЛАБОРАЗЛОЖИВШИХСЯ ТОРФОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Для ликвидации разливов нефти необходимо использовать торфяные сорбенты, произведённые из местного сырья. Ресурсы малоразложившихся верховых торфов Томской области, пригодных для приготовления сорбентов, составляют около 8,4 млрд. т.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт, ликвидация разливов, торфяные сорбенты, слабодекомпозировавшиеся торфа, перспективные сырьевые базы.

Antropova N.A.

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, National'nyj issledovatel'skij Tomskij politehnicheskij universitet

SORBENT FOR OIL SPILL RESPONSE BASED ON RAISED BOG WEAKLY DECOMPOSED PEAT OF TOMSK AREA

Abstract

Oil spill response is necessary should be used peat sorbents made from local raw materials. Resources of raised bog weakly decomposed peat of Tomsk area, suitable for the production of sorbents - about 8.4 billion tons.

Keywords: pipeline, spill response, peat sorbents, weakly decomposed peat, prospective resource bases.

Торф в России используют более 100 лет для различных нужд, а именно: в качестве топлива, для подстилки животным, для приготовления питательных грунтов, торфо-минеральных удобрений, компостов, регуляторов роста, для переработки с целью получения целого спектра веществ и др. В настоящее время перспективным направлением его использования является экологическое – изготовление на основе верховых слабодекомпозировавшихся торфов сорбентов для сбора нефти при аварийных разливах на акваториях и грунте.

Использовать сорбенты для сбора нефти и нефтепродуктов в России стали относительно недавно, однако в настоящее время несколько десятков сорбентов производят уже более 300 организаций (таб. 1).

Таблица 1 - Характеристика некоторых сорбентов на основе торфа

№	Наименование	Характеристика сорбента	Производитель
1	«Деметра 1» ТУ 0390-009-00507868-2004	—	ЗАО «Деметра» Южно-Сахалинск
2	«Сорбойл» ТУ 0392-021-00493929-2005	Сухая форма	ООО «Полипром»
3	«Сорбонафт» ТУ 0392-001-55763877-2003	Торфяной органо-минеральный сорбент в виде гидрофобного порошка. Торф термически обработан	ЗАО «Маркетинг-Бюро» и ЗАО «Центр экологических инициатив «ПрессТорф» г. Киров
4	Торфяной сорбент	—	ОАО «Тверьторф»
5	«Сибсорбент-1», «Сибсорбент-2»	В виде торфяной крошки, торфяных комков	ТОО «Вега», Омск
6	«Нефлесорб» «Лессорб»	Биосорбент	Беларусь
7	«Эконадин-2» Эконадин-Экстра» «Эконадин-1»	На торфяном носителе закреплены биофлоки (один из видов агрегации бактерий) Разные фракции	«Эконад» - научно-производственное предприятие, Одесса
8	«Экосорбент»	Органо-минеральный полидисперсный порошок	—

Сорбенты получают не только на основе органических соединений, но и на основе минеральных сырья и синтезированных материалов. Основная проблема при использовании сорбентов – утилизация использованного материала после применения. Более экологически оправданным является использование сорбентов первой группы, так как сорбенты, изготовленные из природных материалов, возможно компостировать до полного разложения нефти либо сжигать до зольного остатка. Сорбенты второй группы утилизируют только сжиганием, при этом процесс идёт с выделением ядовитых веществ и с получением остатков, которые в свою очередь необходимо утилизировать.

Поскольку на территории России сосредоточено более трети мировых запасов торфа, то наиболее распространенным сырьем для приготовления сорбентов можно назвать торф.

Общеизвестно, что большой поглотительной способностью отличаются торфа с низкой степенью разложения. Поэтому в качестве сырья для приготовления сорбентов используют верховые сфагновые слаборазложившиеся торфа, как обладающие большой нефтеемкостью по торфу. В Томской области нефтяные сорбенты не производят, их везут издалека. Однако в Западно-Сибирском экономическом районе, куда территориально относится Томская область, сосредоточено 119,3 млрд. т. торфа или около 50% их общероссийских запасов [1].

Для Томской области, как и для всей Западно-Сибирской равнины, характерно развитие верховых торфов малой степени разложения – более 80 % всех запасов слаборазложившихся торфов России сосредоточено в Западной Сибири [2] (таб. 2). Томская область названа в числе областей с особой концентрацией ресурсов этого сырья [3,4].

Таблица 2 - Характеристика запасов и ресурсов торфа Томской области

Таблица 2. Характеристика запасов и ресурсов торфа Томской области			
Количество торфяных месторождений	Площадь в границах промышленной залежи, тыс. га	Запасы торфа, млн т	
		общие	в т.ч. малой степени разложения
Зона малых торфяных месторождений			
132	145,7	900,9	5,6
Зона крупных разнотипных торфяных месторождений			
534	6477,9	22761,2	6600,7
Зона крупных торфяных месторождений преимущественно верхового типа			
340	1254,6	4304,0	1764,6
ИТОГО по Томской области			
1006	7878,2	27966,1	8370,9

По последним данным [5], всего в Томской области, расположенной в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, выявлено 1444 торфяных месторождения общей площадью 7988,2 тыс. га с запасами и ресурсами торфа 30881,4 млн т (40 %-ной влажности). По запасам и ресурсам торфа Томская область уступает только Тюменской [6]. Заторфованность области самая высокая на территории Западно-Сибирской равнины и составляет 25,4 %.

Вся Западная Сибирь и Томская область в том числе относятся к району слабоизученных запасов торфа. Причина этому – невысокая интенсивность использования торфяных ресурсов. Только около 11% от учтённых месторождений разведаны детально (отнесены к резервным), предварительно и поисково-оценены (отнесены к перспективным для последующих стадий разведки) (таб. 3) [5,7]. Доля разведанных запасов торфа составляет всего 2,4 % от их общих ресурсов. Площадь же месторождений с прогнозными ресурсами – 6472332 га (81,0 %), ресурсы – 25379800 тыс. т (82,2 %).

Таблица 3 - Характеристика запасов и ресурсов торфа, перспективных на переработку

Категории запасов	Торфяные месторождения		Площадь,		Запасы	
	Количество	%	тыс. га	%	тыс. т	%
A+B	74	5,1	177189	2,2	727698	2,4
C ₁ +C ₂	82	5,7	1303391	16,3	4629224	15,0
A+B+C ₁ +C ₂	156	10,8	1480580	18,5	5480783	17,4
Всего	1444	100	7988209	100	30881412	100

Вместе с тем, из всего Западно-Сибирского экономического района торфяные ресурсы Томской области изучены наиболее детально. Здесь по промышленным категориям разведано 476 млн т запасов торфа [8].

Для получения сорбентов из верхового слаборазложившегося торфа на территории Верхнекетского района в Томской области было выделено два перспективных торфяных месторождения – «Центральное» и «Полудёновское». Эти торфяные месторождения разведаны детально и предварительно, находятся в центральной части Томской области, в зоне распространения крупных разнотипных торфяных месторождений (табл. 2). Природно-климатические условия достаточно благоприятны как для разработки торфяных месторождений, так и для производства сорбентов, а имеющаяся инфраструктура позволяет организовать производство. Оценка ресурсов проведена по материалам геологической разведки. Ресурсы верховых слаборазложившихся торфов были уточнены и подсчитаны с помощью «Автоматизированной системы оценки торфяного сырья для производства конкретных видов торфопродукции» («АСО»), разработанной нами [9,10]. Ресурсы составили верхового слаборазложившегося торфа составили: торфяное месторождение «Полудёновское» – 8,3 млн т, торфяное месторождение «Центральное» – 6,8 млн т.

Следовательно, Томская область имеет достаточно ресурсов для производства сорбентов на основе торфа для ликвидации нефтяных разливов, а интенсивное строительство транспортных систем нефти и нефтепродуктов Западной и Восточной Сибири создаёт благоприятные предпосылки для их производства.

Литература

1. Косов В.И. Научные основы использования торфяных ресурсов в стратегии устойчивого развития России [Электронный ресурс] URL: <http://tulamires.hut1.ru/pdf/kosov.pdf> (дата обращения 25.01.2015).
2. Торфяные месторождения Томской области / Под ред. Я. Н. Задунайского, И. И. Казакова, В. Д. Маркова и др. – М.: Геолторфразведка, 1971. – 360 с.
3. Торфяные ресурсы мира: Справочник / Под ред. А. С. Оленина. – М.: Недра, 1988. – 383 с.
4. Торфяные ресурсы СССР / Под ред. В. Д. Маркова, А. С. Оленина, В. Ф. Череповского. – М.: Торфгеология, 1982. – 352 с.
5. Торфяные месторождения Томской области. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1997. – 406 с.
6. Логинов Н. Е., Хорошев П. И. Торфяные ресурсы Западно-Сибирской равнины. – Л.: Геолторфразведка, 1972. – 197 с.
7. Антропова Н.А. Битуминозные торфа Томской области: геология, генезис, ресурсы и перспективы их использования: Автореферат ... дис. канд. геол.-минер. наук. – Томск: ТПУ, 2004. – 21 с.
8. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / О. Л. Лисс, Л. И. Абрамова, Н. А. Аветов и др. Под ред. В. Б. Куваева. – Тула: Гриф и К⁰, 2001. – 584 с.
9. Прейс Ю. И., Буркатовский Б. А., Антропова Н. А. Автоматизированная информационно-поисково-оценочная система по торфяным ресурсам Томской области // Торф в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. – Томск, 2002. – Вып. 4. – С. 11-18.

10. Преис Ю. И., Буркатовский Б. А., Антропова Н. А. Автоматизированная информационно-поисково-оценочная система по торфяным ресурсам // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Томск: Гала Пресс, 2000. – Т. 2. – С. 420-425.

References

1. Kosov V.I. Nauchnye osnovy ispol'zovaniya torfjanyh resursov v strategii ustojchivogo razvitija Rossii [Elektronnyj resurs] URL: <http://tulamires.hut1.ru/pdf/kosov.pdf> (data obrashhenija 25.01.2015).
2. Zadunajskij Ja. N., Kazakov I. I., Markov V. D. i dr. Torfjanye mestorozhdenija Tomskoj oblasti [Peat moor Tomsk Oblast]. Moscow: Geol'torfrazvedka, 1971. – 360 s.
3. Olenin A. S. Torfjanye resursy mira: Spravochnik [Peat resources of the world: Directory]. Moscow: Nedra, 1988. 383 s.
4. Markov V. D., Olenin A. S., Cherepovskij V. F. Torfjanye resursy SSSR [Peat resources USSR]. Moscow: Torfgeologija, 1982. – 352 s.
5. Torfjanye mestorozhdenija Tomskoj oblasti [Peat moor Tomsk Oblast]. Novosibirsk: SNIIGiMS, 1997. – 460 s.
6. Loginov N. E., Horoshev P. I. Torfjanye resursy Zapadno-Sibirskoj ravniny [Peat resources West Siberian Plain]. Leningrad: Geol'torfrazvedka, 1972. – 197 s.
7. Antropova N.A. Bituminoznye torfa Tomskoj oblasti: geologija, genezis, resursy i perspektivy ih ispol'zovaniya [Bituminous peat Tomsk region: geology, genesis, resources and prospects of their use]. Tomsk, 2004. – 21 s.
8. Liss O. L., Abramova L. I., Avetov N. A. i dr. Bolotnye sistemy Zapadnoj Sibiri i ih prirodohrannoe znachenie [Marsh system West Siberian Plain and their conservation value]. Tula: Grif i K⁰, 2001. – 584 s.
9. Prejs Ju. I., Burkatovskij B. A., Antropova N. A. Torf v sel'skom hozjajstve – Peat in agriculture (2002): S. 11-18.
10. Prejs Ju. I., Burkatovskij B. A., Antropova N. A. Materialy regional'noj konferencii geologov Sibiri, Dal'nego Vostoka i Severo-Vostoka Rossii – Proceedings of the Regional Conference of Geologists of Siberia, the Far East and North-East of Russia (2000): S. 420-425.

Хайловский В.Н.¹, Беляев С.Н.², Игнатова Н.М.³, Родионовская Т.С.⁴

¹Главный геолог ЗАО «Октопус»; ²Начальник геологического отдела ЗАО «Октопус»; ³геолог ЗАО «Октопус»; ⁴геолог ЗАО «Октопус».

АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ В НАДПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА АСТРАХАНСКОМ ГКМ

Аннотация

Геологическое строение надпродуктивной толщи на АГКМ осложнено солянокупольной тектоникой, наличием в кунгурских отложениях рапозных линз и филипповского горизонта с АВПД, неустойчивыми терригенными надсолевыми породами. Процесс строительства эксплуатационных скважин сопровождается целым рядом геологических осложнений, таких как рапопроявления, смятия обсадных колонн, поглощения, прихваты, нефтегазопроявления и др. Поэтому необходимо обосновано подходить к выбору местоположения, конструкции и проводки скважины, проводить мониторинг герметичности конструкции скважины, так как техническое состояние скважины – это основа реального ресурса их работы. [2]

Проведен анализ геологических осложнений в надпродуктивных отложениях по всему фонду эксплуатационных скважин Астраханского ГКМ. Сделаны выводы о зависимости характера и количества осложнений от геоструктурного расположения (свод, склон, муфта) скважины.

Ключевые слова: осложнения, солевые отложения, рапопроявления, поглощения, прихваты, обвалы, смятие обсадных колонн, течение солей.

Hailovsky V.N.¹, Belyaev S.N.², Ignatova N.M.³, Rodionovskaia T.S.⁴

¹Chief geologist of company “Octopus”; ²Head of the Geology Department of company “Octopus”; ³employee of company “Octopus”; ⁴employee of company “Octopus”.

ANALYSIS OF GEOLOGICAL COMPLICATIONS IN ABOVE PAY HORIZON FORMATIONS OF THE ASTRAKHAN GAS CONDENSATE FIELD

Abstract

Geological structure of above pay horizon formations on the Astrakhan gas condensate field is complicated by salt dome tectonics, presence of brine-bearing lenses in Kungurian sediments and Filippovsky horizon with abnormally high pore pressure and unstable oversalt terrigenous rocks. The process of wells construction is followed by a number of geological complications such as brine-shows, casing string, absorption, sticking, oil and gas shows and others. Therefore it is necessary to be justified in selection of well location, well design and hole drilling, monitor wells pressure integrity, because the well integrity is the base of its work. [2]

The analysis of geological complications of above pay horizon formations of all operating wells of Astrakhan gas condensate field is carried out. Conclusions on the dependence of nature and number of complications from geostructural location of wells (dome fold, slope, mould) are drawn.

Keywords: complications, salt deposits, brine-shows, absorption, sticking, landslides, casing string, salt flowage.

Эксплуатация Астраханского газоконденсатного месторождения осуществляется в сложных горно-геологических условиях (аномально высокие пластовые давления и температура, высокое содержание сероводорода и углекислого газа, наличие межколонных давлений и др.).

Наличие в разрезе Астраханского газоконденсатного месторождения мощной соленосной толщи кунгурского возраста, разделяющей его на надсолевой и подсолевой структурно-формационные комплексы, предопределило сложность геологического строения, термобарического и гидродинамического режимов, несовместимость условий бурения, развитие геологических осложнений. [1]

В процессе строительства скважин на АГКМ осложнения геологического характера отмечаются во всех трех структурных комплексах:

Надсолевой комплекс:

- газоводопроявления из четвертичных отложений, связанные с локальными газовыми залежами апшеронских песчаников;
- интенсивное кавернообразование и осыпание стенок скважин в интервалах залегания палеогеновых и пермо-триасовых глин;
- поглощение бурового раствора в песчаниках мела, юры, верхней перми и триаса;
- нефтегазопроявления из отложений верхней перми-триаса. [3]

Солевой комплекс

Солевой комплекс является основным препятствием на пути к перспективным на углеводородное сырье подсолевым отложениям. Высокая напряженность горных пород (образование соляных куполов), свойственная районам тектонической деятельности, каковой является Прикаспийская впадина, и в том числе Астраханский свод, создает условия для проявления негативных изменений в толще солей при образовании горной выработки. Неоднородность внутреннего строения соленосной толщи (наличие в ней пластов высоко растворимых калийно-магниевого солей, рапонасыщенных пластов с АВПД, текучих вязких межсолевых глин) и нарушение гидродинамического равновесия между массивом горных пород и выработкой, инициируют следующие инженерно-геологические процессы:

- упруго-пластичное течение солей и межсолевых глин, приводящее к сужению ствола, деформациям и смятию обсадных колонн;

- интенсивное каверно-, желобобразование при наличии калийно-магниевого солей и насыщение промывочного раствора указанными солями;
- рапопроявления с АВПД (с градиентами пластового давления до 2,23 МПа/100 м) более чем в 50 скважинах;
- поглощение бурового раствора в кепроке и филипповских отложениях при превышении плотности бурового раствора более 2000 кг/м³;
- нефтегазопроявления из филипповского горизонта с АВПД, превышающими пластовые в основной залежи с коэффициентами аномальности 1,7-1,9. [6]

Подсолевой комплекс

- поглощения (иногда катастрофические) бурового раствора в продуктивном башкирском горизонте и девонском комплексе отложений (скв. Девонские 1, 2, 3);
- водопроявления из продуктивной толщи и девонских отложений (скв. № 4А, 601, Правобережная 1, 1 Табаковская).

В пределах Астраханского свода, исходя из практики бурения, основным критерием при выборе конструкции скважины является глубина погружения и мощность соленосной толщи, а также величина градиента пластового давления. [4]

Интенсивное кавернообразование, осыпание и обвалы глинистых пород отмечаются в миоценовых и триасовых отложениях при плотности бурового раствора 1240-1260 кг/м³, где мощность этих отложений превышает 1500 м. Неустойчивые интервалы пород являются причинами прихватов, затажек, посадок бурильного инструмента, частых проработок ствола скважин. Данный вид осложнений обусловлен минералогическим составом и структурными особенностями глинистых пород (высокой степенью дисперсности, способностью к набуханию ввиду, преобладания в составе минералов типа монтмориллонит-гидролюда). В результате проявления адсорбционных свойств глин, происходит снижение их механической прочности, а скорость набухания зависит от водоотдачи промывочной жидкости, степени и глубины их увлажнения. Нарушение устойчивости стенок скважины приводит к образованию большого количества шламового материала с размерами частиц от 0,2 до 2,0 см. Для стабилизации структуры глин эффективным способом борьбы является ингибирование бурового раствора с обработкой его хлористым калием и известью. [5]

При вскрытии высокопроницаемых меловых, юрских, пермо-триасовых песчаников наблюдаются поглощения бурового раствора и нефтегазопроявления. Нефтегазопроявления связаны с локальными залежами верхней перми или триаса. Для их ликвидации плотность бурового раствора увеличивают от 1800 до 2000 кг/м³.

Кроме того, при достаточно большой крутизне склонов (70 – 80°) надсолевых отложений вблизи соляных куполов отмечаются желобо-, кавернообразование при бурении верхнепермских отложений. Последние отмечаются и при наличии в соленосной толще высоко растворимых калийно-магниевого солей.

Наиболее часто при проходке соленосной толщи отмечаются рапопроявления с АВПД, деформации и смятие обсадных колонн, сужение ствола. Данный вид осложнений обусловлен нарушением целостности и геодинамического состояния массива горных пород при вскрытии его скважиной, возникновением дисбаланса внутренних напряжений, горного давления и внешних нагрузок, изменением условий среды и термобарических условий, состоянием и физико-механическими свойствами солей и межсолевых пород. [8]

В ненарушенном массиве хомогенных пород деформационно-прочностные свойства каменной соли формируются в условиях седиментационно-гравитационного уплотнения в изменяющейся барогидротермической и химической среде. До вскрытия ее скважиной соль обладает определенными упругими свойствами. При вскрытии соляного массива изменяются условия и среда существования каменной соли на контакте с горной выработкой. В результате дисбаланса горного давления и изменения температуры возникают условия, при которых соль из упругого состояния может перейти в пластичное. Процессы усугубляются пониженной прочностью каменной соли, обусловленной строительством подземных емкостей; наличием примесей глин, явлением адсорбции (при взаимодействии соли с буровым раствором на водной основе); проявившимся соляным тектогенезом. [7]

Особенно актуальной при строительстве скважин является проблема рапопроявлений. Рапопроявляющие горизонты с АВПД (градиенты от 1,7 до 2,23 МПа/100 м) и дебитами от первых десятков до 1500 м³/сут.

Анализ геологических осложнений полученных при бурении скважин на Астраханском газоконденсатном месторождении сведен в сводные таблицы (таб. 1 – 7).

Таблица 1 - Сводная таблица осложнений при бурении скважин на соляных куполах, включая надсолевые и подсолевые отложения

Купол	Кол-во скв.	Вид осложнений						Всего осложнений на куполе	% -ое значение от общего количества осложнений (240 шт.) по каждому куполу	
		Рапопроявления	Газо-, нефтепроявления	Поглощения	Сужение и смятие обсадных, колонн, разрывы	Прихваты, обвалы, затажки	Течение солей			
Северо-Аксарайский	26	6	—	6	1	9	1	23	9,6%	
Аксарайский	28	11	P ₁ k _{if}	1	9	—	8	—	32	13,3%
			P ₁ k _f	2						
			P ₁ s-a	1						
Айдикский	41	5	P ₁ k _{if}	3	13	6	16	7	55	22,9%
			P ₁ k _f	3						
			P ₁ s-a	2						
Ахтубинский	33	5	P ₁ k _{if}	1	14	3	5	3	35	14,6%
			P ₁ k _f	1						
			P ₁ s-a	1						
			C ₂ b	2						
Сары-Сорский	29	14	P ₁ k _f	1	16	6	8	4	50	20,8%
			P ₁ k _{if}	1						
Сеитовский	76	2	P ₁ k _f	1	8	2	7	1	25	10,4%
			P ₁ s-a	4						
Утигенский	14	1	P ₁ s-a	2	5	—	5	2	15	6,3%
Северо-Ахтубинский	8	—	P ₂ T	2	—	—	2	—	5	2,1%
			P ₁ k _{if}	1						
Всего по месторождению:	255	44	29	71	18	60	18	240	100%	

Таблица 2 - Сводная таблица осложнений при бурении скважин в мульдах

Мульда	Кол-во скв.	Вид осложнений						Всего осложнений по мульде	% -ое значение от общего количества осложнений (43 шт.) по каждой мульде
		Рапопро-явления	Газо-, нефтепро-явления	Поглоще-ния	Сужение и смятие обсадных, колонн, разрывы	Прихваты, обвалы, затяжки	Течение солей		
Ширяевская	11	-	P ₂ T	9	7	1	7	31	72,1%
			P ₁ k _f	3					
			P ₁ S-a	1					
			C ₂ b	2					
Аксаарайская	15	1	P ₁ k _f	1	3	-	1	7	16,3%
			P ₁ S-a	1					
Южно-Аксаарайская	6	1	-	-	-	4	-	5	11,6%
Всего по месторождению:	32	2	17	10	1	12	1	43	100%

Таблица 3 - Сводная таблица осложнений при бурении скважин по солевым отложениям при различной плотности бурового раствора

Вид осложнений	Количество осложнений, произошедших при удельном весе, г/см ³			Всего осложнений	Глубина (интервал) осложнений, м (максимальные и минимальные значения)	% -ое содержание осложнений от 158 шт.
	1,2 – 1,7	1,7 – 1,9	более 1,9			
Сужение, разрывы и смятие обсадных колонн	5	8	1	14	1144 – 3787	5,9%
Рапопро-явления	3	23	20	46	1723 – 3785	19,2%
Поглощения	5	15	12	32	1742 – 3750	33,9%
Газо-, нефтепро-явления	1	3	3	7	2400 – 3750	2,9%
Прихваты, обвалы, затяжки	18	13	9	40	1891 – 3857	30,2%
Течение солей	10	7	2	19	1891 – 3787	7,9%
Итого по удельному весу:	91 (38,1%)	84 (35,1%)	64 (26,8)	158	-	100 %

Таблица 4 - Поинтервальная таблица осложнений при бурении скважин по солевым отложениям на АГКМ

Интервал осложнений	Вид осложнений						Всего осложнений	% -ое значение от общего количества осложнений (158 шт.) по каждому интервалу
	Рапопро-явления	Газо-, нефтепро-явления	Поглощения	Сужение и смятие обсадных, колонн, разрывы	Прихваты, обвалы, затяжки	Течение солей		
300 – 2000	-	-	2	2	3	1	8	5,1%
2000 – 3000	1	1	3	5	12	8	30	19,0%
3000 – 3850	45	6	27	7	25	10	120	75,9%
Всего:	46	7	32	14	40	19	158	100%

Таблица 5 - Сводная таблица осложнений по стратиграфическим подразделениям

Индекс стратиграфического подразделения	Вид осложнений						Всего осложнений	% -ое значение от общего количества осложнений (283 шт.) по каждому стратиграфическому интервалу
	Рапопроявления	Газо-, нефтепроявления	Поглощения	Сужение и смятие обсадных колонн, разрывы	Прихваты, обвалы, затяжки	Течение солей		
P ₂ T	–	11	8	1	19		39	13,8%
P ₁ k ir	46	7	32	14	40	19	158	55,8%
P ₁ k f	–	12	10	–	–	–	22	7,8%
P ₁ s-ar	–	12	15	–	6	–	33	11,7%
C ₂ b	–	4	16	4	7	–	31	10,9%
Всего:	46	46	81	19	72	19	283	100%

Таблица 6 - Сводная таблица осложнений при бурении скважин по сводовой и склоновой частям солевых отложений

Геоструктурный элемент (интервал)	Вид осложнений						Всего осложнений	% -ое значение от общего кол-ва осложнений (155 шт.) по каждому геоструктурному элементу
	Рапопроявления	Нефте-, газо проявления	Поглощения	Сужение и смятие обсадных, колонн, разрывы	Прихваты, обвалы, затяжки	Течение солей		
Свод (300-2000)	1	1	17	5	14	7	45	29,0%
Склон (2000-3850)	45	6	15	8	25	11	110	71,0%
Всего:	46	7	32	13	39	18	155	100%

Таблица 7 - Влияние сводовой и склоновой частей солевых отложений в подсолевых горизонтах

Индекс стратигра- фического подразде- ления	Вид осложнений						Всего ослож- нений	%ое значение от общего количества осложнений (82 шт.) по каждому геоструктурному элементу
	Газопроявления Нефте- проявления		Поглощения		Прихваты, обвалы, затяжки			
P ₁ k f	Свод	6	Свод	6	Свод	—	12	14,6%
	Склон	2	Склон	4	Склон	—	6	7,3%
	Мульда	4	Мульда	—	Мульда	—	4	4,9%
P ₁ s-ar	Свод	6	Свод	6	Свод	2	14	17,1%
	Склон	4	Склон	6	Склон	1	11	13,4%
	Мульда	2	Мульда	3	Мульда	3	8	9,8%
C ₂ b	Свод	2	Свод	6	Свод	3	11	13,4%
	Склон	—	Склон	6	Склон	3	9	11%
	Мульда	2	Мульда	4	Мульда	1	7	8,5%
Всего:	28		41		13		82	100%

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Преобладающее число осложнений, в скважинах пробуренных в соляных куполах, приходится на Айдикский и Сары-Сорский купола 22,9% и 20,8% соответственно.
2. В мульдových скважинах основное число осложнений приходится на Ширяевскую мульду 72,1%. Окружающие ее купола имеют почти вертикальные склоны.
3. Наибольшим количеством осложнений в солевых отложениях (38,1%) сопровождалось бурение на глинистом растворе плотностью от 1,2 до 1,7 г/см³, наименьшим при плотности более 1,9 г/см³ – 26,8%.
4. Превалирующее число осложнений в солевых отложениях приходится на интервал глубин 3000 – 3850 м (75,9%).
5. Среди стратиграфических подразделений на иренского горизонта кунгура приходится больше половины (55,8%) всех осложнений.
6. Основное число осложнений в солевых отложениях приурочено к склоновой части (71%).
7. В подсолевых отложениях, расположенных под сводами соляных куполов, наблюдается больше осложнений (P1k f – 14,6%; P1s-ar – 17,1%; C2b – 13,4%), чем в мульдах (P1k f – 4,9%; P1s-ar – 9,8%; C2b – 8,5%) и склонах (P1k f – 7,3%; P1s-ar – 13,4%; C2b – 11%).
8. Солевые отложения оказывают большое влияние на состояние пород нижележащих горизонтов.

Литература

1. Александров Б.Л. Аномально высокие пластовые давления в нефтегазоносных бассейнах. М.: Недра, 1987.
2. Дополнение к Проекту разработки Астраханского газоконденсатного месторождения с коррективами показателей разработки на период 2007-2019 гг., часть 3. Строительство скважин, Московск. обл., 2007.
3. Зорина А.П. Диссертация «Эколого-геологическое обоснование прогноза и предупреждения рапопроявлений в Прикаспийской впадине», Волгоград, 2001.
4. Методика контроля технического состояния эксплуатационных скважин. ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ», 2000.
5. Проект по эксплуатации скважин с межколонными давлениями на Астраханском ГКМ. ООО «Астраханьгазпром». Астрахань 2005 г.
6. Ушивцева Л. Ф. Диссертация «Инженерно-геологические особенности соляных массивов и их влияние на процесс освоения недр юго-западной части прикаспийской впадины», Астрахань, 2004.

References

1. Aleksandrov B.L. Anomal'no vysokie plastovye davleniya v neftegazonosnykh bassejnah. M.: Nedra, 1987.
2. Dopolnenie k Proektu razrabotki Astrahanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya s korrektivami pokazatelej razrabotki na period 2007-2019 gg., chast' 3. Stroitel'stvo skvazhin, Moskovsk. obl., 2007.
3. Zorina A.P. Dissertacija «Jekologo-geologicheskoe obosnovanie prognoza i preduprezhdeniya rapoprojavlenij v Prikaspijskoj vpadine», Volgograd, 2001.
4. Metodika kontrolja tehničeskogo sostojanija jekspluatacionnyh skvazhin. ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ», 2000.
5. Proekt po jekspluatácii skvazhin s mezhkolonnymi davlenijami na Astrahanskom GKM. ООО «Астраханьгазпром». Астрахань 2005 g.
6. Ushivceva L. F. Dissertacija «Inženerno-geologicheskie osobennosti soljanyh massivov i ih vlijanie na process osvoenija neдр jugo-zapadnoj chasti prikaspijskoj vpadiny», Astrahan', 2004.

Севостьянова О.А.¹, Полиенко А.К.²

¹Кандидат геолого-минералогических наук, старший преподаватель, ²Кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ УРОЛИТОВ

Аннотация

Описана методика комплексного исследования минерального состава и структуры уролитов. Рассмотрены особенности различных методов; приведены формулы расчета кларка концентрации и суммарного показателя содержания элементов в уролитах. Показаны результаты исследования минерального состава и структуры уролитов жителей Томского района.

Ключевые слова: уролиты, состав, структура, кларк концентрации.

Sevostyanova O.A.¹, Poliyenko A.K.²

¹Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, assistant Professor; ²Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, associate Professor,

National Research Tomsk Polytechnic University

METHODS AND RESULTS OF COMPLEX RESEARCH OF MINERAL COMPOSITION AND STRUCTURE UROLITHS

Abstract

The methods of the complex research of the mineral composition and of the urolith's structure have been described. The peculiarities of the various methods have been considered; the formulas of the calculation of concentration Clark and the total indicator of the elements's maintenance in the uroliths have been given. The results of the research in the mineral composition and the structure of the uroliths in an inhabitants of the Tomsk area have been given.

Keywords: uroliths, composition, structure, concentration's Clark.

Введение

Особенности образования биоминералов в организме человека долгое время оставались исключительно в сфере интересов медицины. Главное внимание уделялось диагностике и лечению заболеваний, ведущих к возникновению патогенных образований. В то же время совершенно очевидно, что важно иметь четкое представление о причинах появления патогенных образований, механизмах их дальнейшего формирования, составе и структуре. Сейчас эти вопросы широко изучаются во всем мире минералогами, биохимиками, геоэкологами с использованием минералогических методов исследований.

Значительную роль в развитии учения о биоминералогии и в исследовании конкретных органо-минеральных агрегатов (ОМА) в организме человека сыграли работы российских и зарубежных ученых: Н.П. Юшкина [1], А.А. Кораго [2], А.К. Полиенко [3], В.И. Катковой [4], Ф.В. Зузук [5] и других. Существуют различные теории формирования уролитов, но пока не выработан единый подход для объяснения механизма зарождения и роста уролитов. Механизмы образования и роста кристаллических фаз в организме человека, связанные со сложным взаимодействием живого и косного вещества, на данный момент изучены недостаточно, и представления о них являются дискуссионными.

В связи с этим представляет интерес исследование заболеваемости мочекаменной болезнью населения в медицинских округах Томского района Томской области, изучение минерального состава, морфологии и структуры уролитов. В статье приведено описание комплексной методики исследований уролитов жителей Томского района (по медицинским округам) и результаты, полученные с использованием этой методики.

Объект и методы исследований. Для диагностики мочекаменной болезни (МКБ), успешного лечения и профилактики заболевания необходимо комплексное исследование состава и строения уrolитов, основанное на использовании современных методов анализа.

При исследовании морфологии, минерального состава и структуры уrolитов использовались следующие методы: спектральный, рентгеноструктурный, инструментальный нейтронно-активационный (ИНАА), электронно-микроскопический, кристалломорфологический [6-10].

Изучение уrolитов осуществлялось в три последовательных этапа:

Первый этап предусматривал проведение макроскопических исследований уrolитов. На этом этапе определялся вес, размеры, цвет уrolитов, механическая прочность (монолитность, рыхлость, трещиноватость, твёрдость, плотность). Производилась цифровая фотосъёмка уrolитов, информативных в отношении изучения морфологии, и занесение информации в банк данных.

При извлечении индивида приходилось применять электрофизический метод разделения индивидов или метод термодробления. В конце первого этапа образец (уrolит) можно было осторожно раскалывать на части для выполнения последующих исследований.

Второй этап связан с процедурой подготовки проб для исследований, в частности: изготовление шлифов и пришлифовок участков уrolита; нанесение электропроводящего слоя на уrolит; подготовка проб для спектрального, химического, рентгеноструктурного, нейтронно-активационного, люминесцентного, электронно-микроскопического и других видов анализов.

Шлифы являются основным препаратом для изучения минерального состава уrolита, характера распределения минеральных зёрен в агрегате, характера межзерновых границ, особенностей распределения газовых и газовой-жидких включений в индивидах и т.п.

Результаты микроскопического изучения текстурно-структурных особенностей уrolитов систематизировались, выделялись наиболее характерные типы структур как уrolита в целом, так и отдельных его частей. При этом уточнялся минеральный состав, выяснялись количественные соотношения различных минералов в образце. Определялся характер границ между зёрнами минералов, в том числе и между микросферолитами, намечалась последовательность выделения индивидов в процессе формирования агрегата.

Третий этап – микроскопические исследования уrolитов:

1. Изучение морфологии агрегатов и индивидов под бинокулярным микроскопом с выявлением дефектов (несовершенств в структуре кристаллов), минерального состава, характера взаимоотношений между минеральными индивидами, отсутствия или наличия закономерных сростаний кристаллов.

При изучении несовершенств морфологии и дефектов индивидов главное внимание обращалось на неравенство граней одной простой формы, их количественное отклонение, скульптуру граней одной простой формы, поверхности соприкосновения кристаллов и прочие дефекты (следы растворения, деформации и т.п.). Выполнялись зарисовки отдельных кристаллов и их сростков, наиболее интересные участки уrolита фотографировались.

2. Изучение минерального состава и текстурно-структурных особенностей уrolитов в шлифах с использованием поляризационно-оптического микроскопа.

При этом уточнялся минеральный состав, определялся характер взаимоотношений минералов друг с другом, изучалась структура агрегата, отмечалось наличие следов растворения. Исследовались несовершенства в структуре индивидов (кристаллов): секториальность, зональность, мозаичность, двойники, поры, разнообразные включения, деформации и прочие дефекты (структурные, неоднородность состава и строения без чётких границ и т.п.).

3. Изучение уrolитов электронно-микроскопическими методами, включающими: электронную микрорадиографию, позволяющую выявить локализацию рассеянных радиоактивных элементов; микрорадиографию – определение фазового состава микровключений в минералах, их ориентационных взаимоотношений с органической матрицей, степени окристаллизованности, дефектности и т.д.; качественный и количественный рентгеноспектральный микроанализ с изучением состава вещества по первичным рентгеновским спектрам; растровую электронную микроскопию с нанесением на поверхность образца или его скола электропроводящего слоя (при различных увеличениях выбирались наиболее интересные в морфологическом, текстурном и структурном отношениях участки поверхности образца) с последующим цифровым фотографированием.

По фотографиям, полученным со сканирующего (растрового) электронного микроскопа, выявлялись признаки роста и растворения кристаллов; эти признаки запечатлевались на отдельных гранях и рёбрах индивидов в виде ямок, штрихов и выражались в чередовании выступов и впадин. При рассмотрении названных элементов изучался их характер, глубина, высота и т.п. Кроме того, детально описывался характер индукционных поверхностей в местах совместного роста кристаллов и микросферолитов.

Для анализа использовались пробы уrolитов, удалённых у жителей Томского района (по медицинским округам). Исследовалось 100 проб, приготовленных из уrolитов различного минерального состава. Обработка аналитических данных проводилась на IBM PC/AT совместимых компьютерах с использованием программ «Statistika». При статистической обработке данных определялись: пределы значений параметра, математическое ожидание (среднее значение), стандарт и вариация.

Уrolиты предварительно подвергались дроблению и истиранию в агатовой ступке. Затем полученный порошок запаковывался по 100–200 мг в фольгу и отправлялся на научно-исследовательский ядерный реактор для проведения анализа.

Для количественного анализа на радиоактивные, редкоземельные, благородные и другие элементы использовался современный высокочувствительный ядерно-физический метод ИНАА с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т.

Показателем уровня аномальности содержания элементов является кларк концентрации (КК), который рассчитывался как отношение содержания элемента в уrolитах (С) к его кларку (Кл. ноосф.):

Кларк концентрации рассчитывался по формуле:

$$K_k = C / \text{Кл. ноосф.},$$

где С – среднее содержание по выборке;

Кл. ноосф. – кларк ноосферы.

Поскольку антропогенные аномалии чаще всего имеют полиэлементный состав, то для них рассчитывался суммарный показатель содержания элементов в уrolитах (Зспз).

Суммарный показатель содержания элементов в уrolитах рассчитывается по формуле:

$$Z_{спз} = \sum k_{л.к} - (n-1),$$

где $\sum k_{л.к}$ – сумма кларка концентрации;

n – число проб.

Результаты исследований. С использованием комплексной методики были проведены исследования минерального состава и структуры уrolитов жителей Томского района (по медицинским округам). Средние содержания элементов в уrolитах (г/т) приведены в таблице 1; в таблице 2 показаны элементы, нормированные по кларкам концентрации.

Таблица 1 – Среднее содержание элементов в уrolитах (г/г)

Элементы	I мед. округ (Томский) (38 проб)	II мед. округ (Светленский) (19 проб)	III мед. округ (Октябрьский) (29 проб)	V мед. округ (Лоскутовский) (14 проб)	Кларк ноосферы элемента, г/т
Au	0,062	0,025	0,151	0,012	0,0043
Ca	201000	177500	927000	85300	$2,96 \cdot 10^4$
Na	5000	2300	7000	630	$2,5 \cdot 10^4$
Rb	*	*	*	*	150
Cs	*	*	*	*	3,7
Fe	65	30	550	30	$4,65 \cdot 10^4$
Sc	0,04	0,04	0,04	0,004	10
Co	0,05	0,03	0,11	0,03	18
Zn	373	237	162	247	38
Cr	0,14	0,1	4,4	0,01	83
Hf	*	*	*	*	1
Ta	*	*	*	*	2,5
Sr	*	*	*	*	340
As	0,04	0,04	0,04	0,04	1,7
Se	0,27	0,35	0,7	0,01	0,05
Ag	0,05	0,36	0,05	0,05	0,07
Sb	*	*	*	*	0,5
Ba	*	*	*	*	650
Hg	0,14	0,67	0,09	0,09	0,083
Br	14,9	9,1	8,1	3,37	2,1
Th	0,055	0,06	0,12	0,023	13
U	0,04	0,04	0,04	0,47	2,5
La	0,167	0,105	1,33	0,09	29
Ce	0,14	0,12	0,03	0,01	70
Sm	0,087	0,055	0,24	0,006	8
Eu	*	*	*	*	1,3
Tb	0,05	0,05	0,05	0,05	4,3
Yb	0,02	0,02	0,02	0,02	0,33
Lu	0,009	0,009	0,009	0,009	0,8

* ниже предела определения – элемент во всех пробах ниже предела определения; Hf, Ba, Cs, Ta, Eu – элементы во всех пробах ниже предела определения; Sr, Rb, Sb – индивидуальная особенность организма или ошибка при анализе уrolитов. По IV-му Турунтаевскому медицинскому округу данные отсутствуют, т.к. не были получены пробы уrolитов.

Таблица 2 – Нормированные по кларкам концентрации элементы

Элементы	Концентрации элементов			
	I мед. округ (Томский) (54 уrolита)	II мед. округ (Светленский) (19 уrolитов)	III мед. округ (Октябрьский) (14 уrolитов)	V мед. округ (Лоскутовский) (13 уrolитов)
Ca	6,79	6	31,31	2,88
Lu	0,0113	0,0113	0,0113	0,0113
U	0,016	0,016	0,016	0,118
Yb	0,0606	0,0606	0,0606	0,0606
Au	14,42	5,81	35,12	2,79
As	0,024	0,024	0,024	0,024
Br	7,1	4,3	3,86	1,6
Na	0,2	0,09	0,28	0,02
La	0,0058	0,0036	0,0459	0,0031
Ce	0,002	0,0017	0,0004	0,0001

Se	5,4	7	14	0,2
Hg	1,69	8,07	1,08	1,08
Tb	0,0116	0,0116	0,0116	0,0116
Sm	0,0109	0,0069	0,003	0,0008
Th	0,0042	0,0046	0,0092	0,0018
Cr	0,0017	0,0012	0,053	0,0001
Ag	0,71	5,14	0,71	0,71
Fe	0,001	0,0006	0,011	0,0006
Zn	9,82	6,24	4,26	6,5
Co	0,0028	0,0017	0,0061	0,0017
Sc	0,004	0,004	0,004	0,0004

После расчета концентрации были сформированы геохимические ассоциативные ряды элементов:

I медицинский округ (Томский) – $\text{Au}_{14,42}$, $\text{Zn}_{9,82}$, $\text{Br}_{7,1}$, $\text{Ca}_{6,79}$, $\text{Se}_{5,4}$, $\text{Hg}_{1,69}$, $\text{Ag}_{0,71}$, Na, Yb, As, U, Tb, Lu, Sm, La, Th, Sc, Co, Ce, Cr, Fe.

II медицинский округ (Светленский) – $\text{Hg}_{8,07}$, Se_7 , $\text{Zn}_{6,24}$, Ca_6 , $\text{Au}_{5,81}$, $\text{Br}_{4,3}$, $\text{Ag}_{5,14}$, Na, Yb, As, U, Tb, Lu, Sm, Th, Sc, La, Co, Ce, Cr, Fe.

III медицинский округ (Октябрьский) – $\text{Au}_{35,12}$, $\text{Ca}_{31,31}$, Se_{14} , $\text{Zn}_{4,26}$, $\text{Br}_{3,86}$, $\text{Hg}_{1,08}$, $\text{Ag}_{0,71}$, $\text{Na}_{0,28}$, Yb, Cr, La, As, U, Tb, Lu, Fe, Th, Co, Sc, Sm, Ce.

V медицинский округ (Лоскутовский) – $\text{Zn}_{6,5}$, $\text{Ca}_{2,88}$, $\text{Au}_{2,79}$, $\text{Hg}_{1,08}$, $\text{Br}_{1,6}$, $\text{Ag}_{0,71}$, Se, U, Yb, As, Na, Tb, Lu, La, Th, Co, Sm, Fe, Sc, Cr, Ce.

По особенностям морфологии агрегатов выделены:

Уролиты с *друзовидной* морфологией (рис.1а,б); с *микросферолитовой* (рис.1в); с неровной, *пористой* (рис.2а); «*коралловидные*» образования (рис.2 б); со *гладкой* поверхностью (рис.2 в).

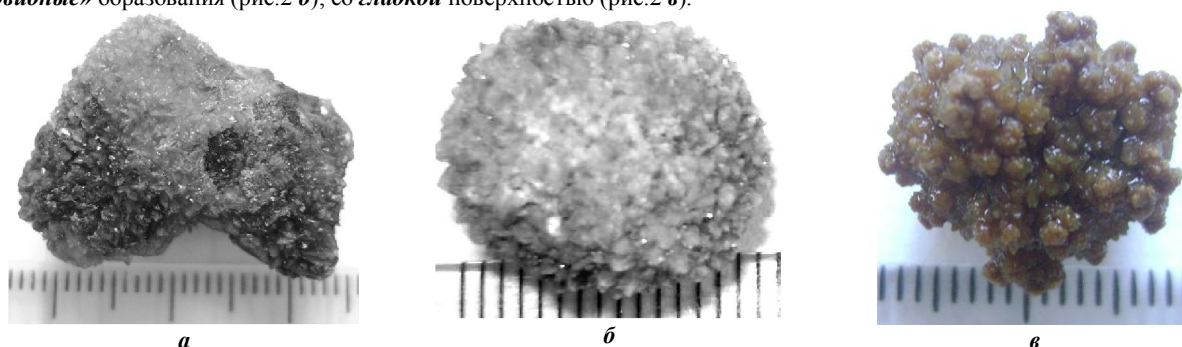


Рис. 1. Морфология уролитов: друзовидная (а, б), микросферолитовая (в)

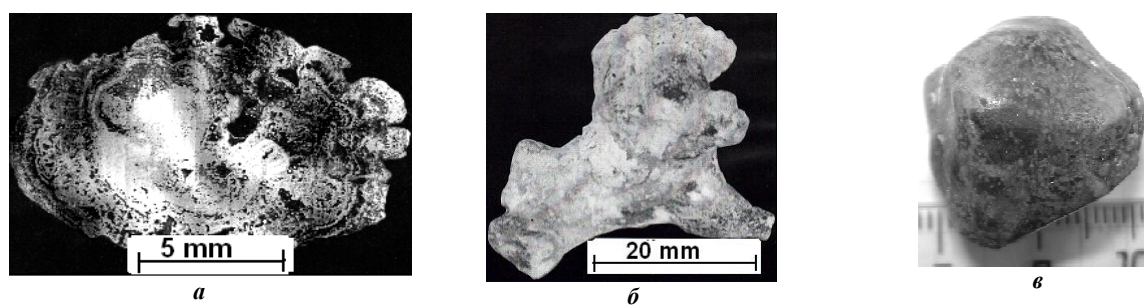


Рис.2. Морфология уролитов: пористая (а), коралловидная (б), сглаженная (в)

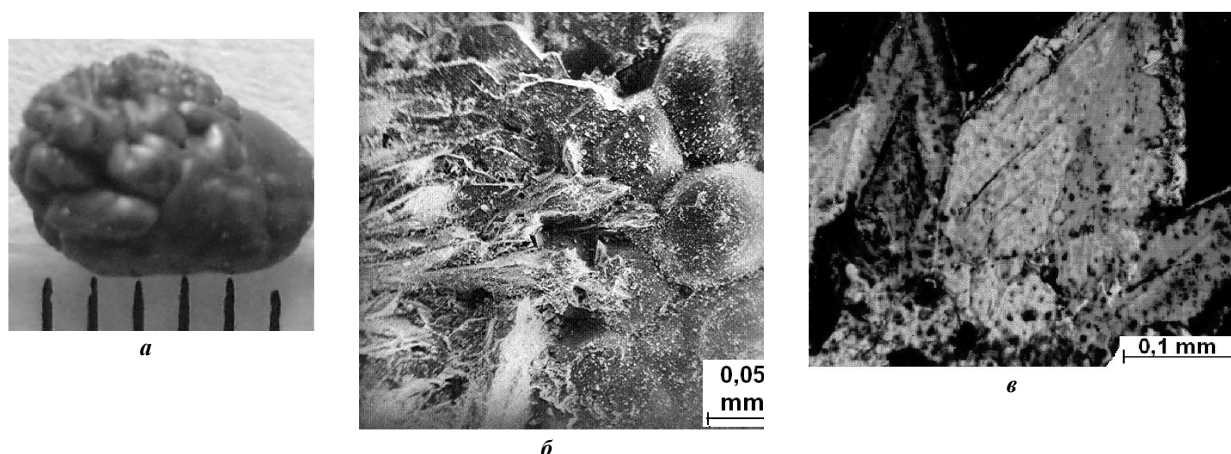


Рис. 3. Комбинированная морфология (а,б); сросток кристаллов уэвеллита (в)

Структура уролитов очень разнообразна и определяется их минеральным составом, а также морфологией минеральных индивидов, образующих уролиты.

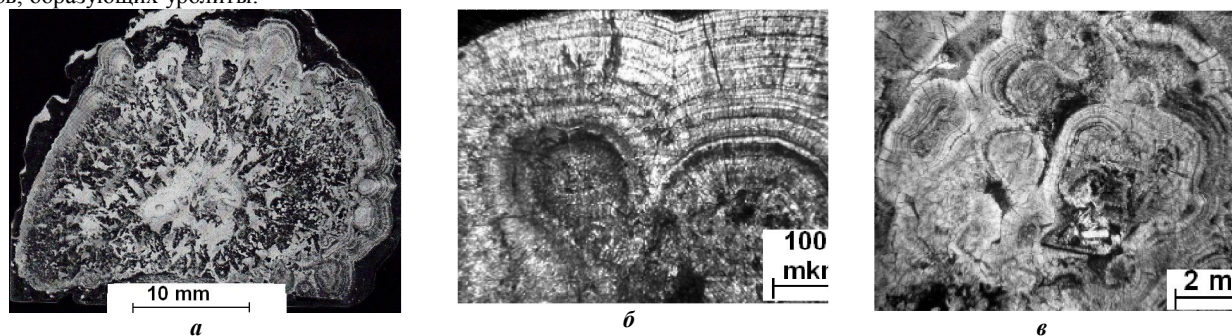


Рис. 4. Структура уролитов: кристаллически-зернистая (а), сферолитовая (б), комбинированная (в)

По структурным особенностям выделено три группы уролитов: кристаллически-зернистые, сферолитовые и комбинированные. Кристаллически-зернистое строение имеют уролиты, состоящие из оксалатов и некоторых других минералов (струвит, ураты и др.). В их состав входят зерна в виде дендритовидных образований. Отдельные кристаллы увеллита, удделлита, струвита и других минералов отделены друг от друга тончайшими пленками органического вещества.

Кристаллы оксалатов в уролитах часто достигают значительных размеров – до 1,5–2 мм (рис. 3в). Размеры исследуемых кристаллов увеллита не превышали 2 мм. Для изучения на электронном микроскопе отбирались кристаллы, предварительно исследованные под бинокулярным микроскопом. В ходе исследований микроморфологии кристаллов увеллита было получено 120 различных снимков. Главной целью микроморфологического анализа кристаллов было выявление особенностей формирования их гранного микрорельефа.

При изучении микроморфологии поверхности граней кристаллов увеллита наблюдались признаки растворения отдельных участков граней. При значительных увеличениях (от 1150 до 6400) можно наблюдать натечные образования и участки, подвергшиеся растворению.

Сферолитовое строение чаще характерно для уролитов фосфатного и уратного состава, хотя нередко примеры образования сферолитов оксалатного состава (рис. 4 б, в).

Уролиты обычно представлены одним крупным сферолитом, центром которого является сгусток органического вещества. Сферолиты сложены концентрически располагающимися слоями, в которых встречаются индивиды призматического вида, направленные по радиусам от центра к периферии. Встречаются и пластинчатые индивиды.

Выводы

Исследования по определению минерального состава и структуры уролитов жителей Томского района позволили рассчитать реальную величину содержания элементов, входящих в состав уролитов, нормированную по кларкам ноосферы. В результате анализа геохимических рядов выделены специфичные элементы, содержащиеся в уролитах различных медицинских округов Томского района. В каждом медицинском округе имеется своя специфика геохимического ряда, которая зависит, вероятно, от факторов природно-техногенного воздействия.

Наибольшим значением суммарного показателя содержания элементов в уролитах характеризуется Октябрьский медицинский округ ($Z_{спз} = 70,8$), на втором месте Томский медицинский округ (26,3), затем Светленский округ (22,8) и наименее «напряженным» является Лоскутовский медицинский округ (– 4).

Литература

1. Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. – Л.: Недра, 1977. – 290 с.
2. Кораго А.А. Введение в биоминералогию. – СПб.: Недра, 1992. – 280 с.
3. Полиенко А.К., Шубин Г.В., Ермолаев В.А. Онтогенез уролитов. – Томск: РИО "Пресс-Интеграл" ЦПК ЖК, 1997. – 128 с.
4. Каткова В.И. Минеральная эволюция мочевых камней: Автореф. дис. канд. геол.-минер. наук. – Сыктывкар, 1995. – 23 с.
5. Зузук Ф.В. Минералогия уролитов: Монография, в 3-х т. Т.1: Распространение мочекаменной болезни среди населения мира (на укр. языке). – Луцк: Изд-во «Вежа» Волынского гос. ун-та, 2002. – 408 с.
6. Раушер К., Янссен Ф., Минихольд Р. Основы спектрального анализа. – М.: Горячая линия–Телеком, 2006. – 224 с.
7. Китайгородский А.И. Рентгеноструктурный анализ. 1950. – 651 с.
8. Современная кристаллография: В 4 т. / АН СССР. Ин-т кристаллографии. – М.: Наука. – Т. 3: Образование кристаллов / А.А. Чернов, Е.И. Гиваргизов, Х.С. Багдасаров и др., 1980. – 407 с.
9. Полиенко А.К., Севостьянова О.А., Орлов А.А. Симбиоз живого и косного вещества в уролитах // Известия Томского политехнического университета – 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 10–15.
10. Полиенко А.К., Бощенко В.С., Севостьянова О.А. Взаимосвязь органических и неорганических веществ при формировании мочевых камней // Бюллетень сибирской медицины. – 2012 – Т. 11. – № 2. – С. 52–58.
11. Севостьянова О.А. Минералого-геохимические особенности уролитов Томского района и их связь с факторами природной среды и техногенного воздействия. Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2012. – 20 с.

References

1. Yushkin N.P. Biomineral interactions. From biomineralogy to a vitamineralogiya//Mineralogy and life: biomineral interactions: Materials II of the international seminar. Syktyvkar, 1996. – P. 7.
2. Korago A.A. Introduction to biomineralogy//St. Petersburg: Subsoil, 1992. – 280 p.
3. Poliyenko A.K., Choubin G. V., Yermolaev of V.A. Ontogenie of the uroliths. – Tomsk: RIO TPK ZhK "Press Integral", 1997. – 128 p.
4. Katkova V. I. Mineral evolution of the uric stones: Theses... candidate of geologic and mineralogy sciences. – Syktyvkar, 1995. – 23 p.
5. Zuzuk F.V. Mineralogy of uroliths: The monograph, in 3 t. T.1: Distribution of an urolithic illness among a world's population (in Ukraine). – Lutsk: Publishing house of "Vezha" of the Volynsk state university, 2002. - V 1. – 408 p.
6. Rausher K., Yanssen F., Minikhhold R. Bases of the spectral analysis. – M.: Hot line-Telecom, 2006. – 224 p.
7. Kitaigorodsky A.I. X-ray diffraction analysis. 1950. – 651 p.
8. Modern crystallography: In 4 t. / Academy of Sciences of the USSR. Formation of the crystallography. – M.: Science. – Т. 3: Formation of crystals / A.A. Chernov, E.I. Givargizov, H.S. Bagdasarov, etc., 1980. – 407 p.
9. Poliyenko A.K., Sevostyanova O.A., Orlov A.A. Symbiosis of live and inert substance in uroliths //News of Tomsk polytechnic university, 2010, V.317, № 1, 10-15 pp.

10. Polienko A.K., Boshchenko V.S., Sevostyanova O.A. The relationship of organic and inorganic substances in the formation of urinary stones // Bulletin of the Siberian medicine. – 2012, V.1. – № 2. – 52-58 pp.

11. Sevostyanova O. A. Mineralogo-geochemistry peculiarities of the uroliths of the Tomsk region and their communication with the factors of environment and technogenic influence. Theses... candidate of geologic and mineralogy sciences. – Tomsk, 2012. – 20 p.

Полиенко А.К.¹, Севостьянова О.А.²

¹Кандидат геолого-минералогических наук, доцент; ²Кандидат геолого-минералогических наук, старший преподаватель, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

МОРФОЛОГИЯ И СТРУКТУРА УРОЛИТОВ (МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ)

Аннотация

Исследованы морфология и структура уrolитов (мочевых камней), которые формируются в мочевыделительной системе человека и животных. Уrolиты, являющиеся продуктами биогенеза, наряду с другими органо-минеральными агрегатами представляют определенный интерес как с генетической, так и с практической точек зрения. Генетическая сторона интересна с позиций симбиоза двух видов материи – органической (живой) и минеральной (косной). С практической стороны заслуживают внимания патогенные явления, возникающие в результате подобного симбиоза.

Ключевые слова: уrolиты, морфология, структура, минеральный состав, ритмическая зональность, ядро, слой, зона, ритм

Poliyenko A.K.¹, Sevostyanova O. A.²

¹Candidate of geological and mineralogical sciences, associate Professor; ²Candidate of geological and mineralogical sciences, assistant Professor, National research Tomsk polytechnic university

MORPHOLOGY AND STRUCTURE UROLITHS (URIC STONES)

Abstract

The morphology and structure of uroliths (uric stones) which are formed in a urinary system of a human being and animals have been investigated. The uroliths, being biogenesis products, along with other organomineral aggregates are of a certain interest both from genetic and practical points of view. From the genetic point of view the symbiosis of two types of matter – organic and mineral have been investigated. From the practical point of view the attention is paid to the pathogenic phenomena resulting from such symbiosis.

Keywords: uroliths, morphology, structure, mineral composition, rhythmic zonality, kernel, layer, zone, rhythm

Введение

Тема исследований определяет тот раздел науки биоминералогии, который относится к взаимодействию минерального и органического вещества при формировании уrolитов (мочевых камней). Научная проблема находится в области биоминералогии, занимающейся изучением формирования косной материи в живом веществе. Проблемы биоминералогии активно обсуждаются на конференциях и семинарах самого высокого научного уровня. Примером могут служить конференции, совещания, научные школы, организуемые в течение последних 3-х десятилетий в Институте геологии Коми Научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар), в Институте минералогии УрО РАН (г. Миасс), а в последнее десятилетие – в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки – Институте экспериментальной минералогии РАН (г. Черноголовка).

Начало научному направлению в области биоминералогии было заложено академиком Н.П. Юшкиным [1].

Определение минерального состава и структуры уrolитов необходимо урологам для обоснованного назначения лечебных и профилактических действий пациенту. Существующие мировые стандарты диагностики и лечения больных уrolитиазом предусматривают обязательное исследование уrolита для каждого больного МКБ.

Значительную роль в исследовании ОМА в мочевой системе человека сыграли российские ученые: А.А. Кораго [2], Б.И. Сребродольский [3], Н.П. Юшкин [1], В.И. Ракин [4], В.И. Каткова [5,6], О.А. Голованова [7], Э.В. Сокол [8] и другие. Среди зарубежных учёных, изучавших минералообразование в организме человека, следует отметить: Ф.В. Зюзук [9], Мак-Коннелл Д. [10], Н.А. Lowenstam [11,12] и др.

Исследования по изучению минерального состава и строения уrolитов выполнены на кафедре общей геологии и землеустройства Института природных ресурсов (ИПР) ТПУ. В выполнении исследований принимали активное участие сотрудники кафедры урологии Сибирского государственного медицинского университета (г. Томск).

Изучены морфология и структура значительного количества (около 1000) уrolитов [13-16]. Многолетние исследования уrolитов в различной стадии их развития (зарождение, рост, изменения, разрушение) позволяют утверждать, что их формирование генетически связано с живым организмом и что уrolиты в своем развитии эволюционируют одновременно с организмом. Уrolиты сложного минерального состава, которые формировались в различных физико-химических условиях среды минералообразования, являются бесспорным подтверждением этого тезиса.

Методы и подходы

Объектом исследования послужили уrolиты, вышедшие у больных мочекаменной болезнью самопроизвольно либо извлеченные в результате хирургического вмешательства. Исследование уrolитов было комплексным и заключалось в изучении морфологии, текстуры, структуры и минерального состава. Были использованы кристалломорфологические, поляризационно-оптические, рентгеноструктурные, электронно-микроскопические, химические, нейтронно-активационные, а также компьютерные технологии изучения строения уrolитов.

На первом этапе изучались внешние макроскопические признаки уrolита (цвет, форма, размер). Исследование морфологии и минерального состава уrolитов выполняли с помощью кристаллографического метода с применением микроскопов (бинокулярный МБС-10 и тринокулярный МС300 TFP). Второй этап изучения уrolитов заключался в определении минерального состава и взаимоотношений между отдельными зёрнами минералов. Для этих целей применялись методы поляризационно-оптической микроскопии. Для этого готовили шлифы (тонкие срезы уrolита), которые исследовали на поляризационном микроскопе «Полам» Л213М.

Результаты и обсуждение

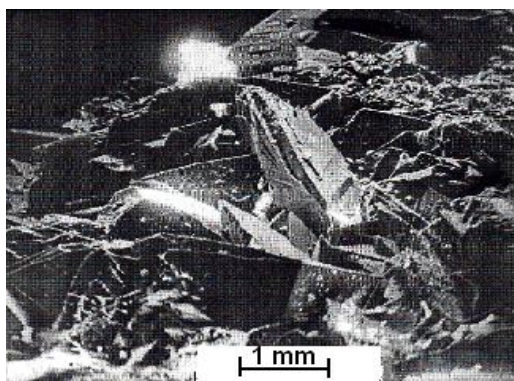
По морфологическим особенностям выделены следующие типы уrolитов.

Уrolиты **первого типа** характеризуются **друзовидной** морфологией (рис.1, а), представленной многочисленными сростками кристаллов (размерами от микроскопических до 2-3 мм).

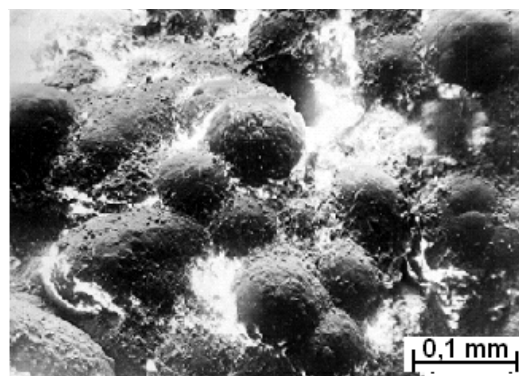
Уrolитам **второго типа** свойственна **сферолитовая** (рис. 1, б) морфология. Она представлена агрегатом в виде микросферолитов, плотно прилегающих друг к другу.

Третий тип уrolитов характеризуется сочетанием признаков морфологии уrolитов первых двух типов, и такая морфология названа **комбинированной** (рис. 1, в).

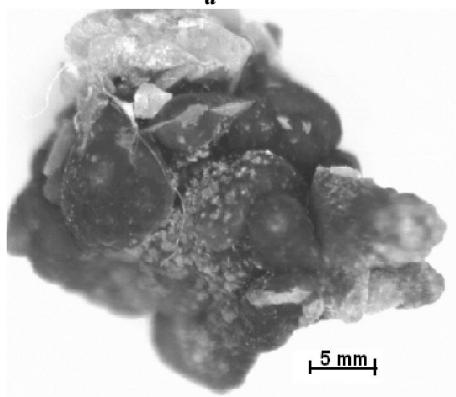
Форма уrolитов **четвёртого типа** напоминает интенсивно разветвлённые кораллы (рис.1, г), характеризуется наличием разнонаправленных отростков. Уrolиты подобного типа наиболее трудно поддаются удалению из мочевыделительной системы.



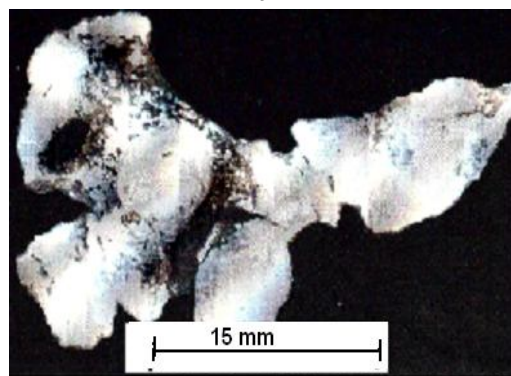
a



б

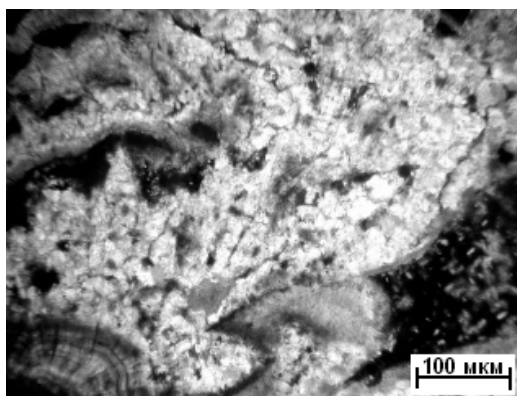


в

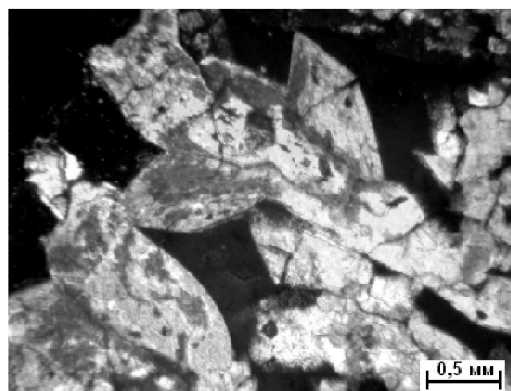


г

Рис. 1. Морфологические разновидности уролитов: друзовидная (*a*), сферолитовая (*б*), комбинированная (*в*), коралловидная (*г*).
Строение уролитов разнообразно, это объясняется их *структурными* особенностями. Минеральный состав и морфология индивидов, которые сформировали каждый отдельный агрегат, также очень разнообразны. Так, *кристаллически-зернистая* структура (рис.2, *a*) отмечена в большинстве уролитов; *дендритовидные структуры* встречаются также достаточно часто (рис.2, *б*).



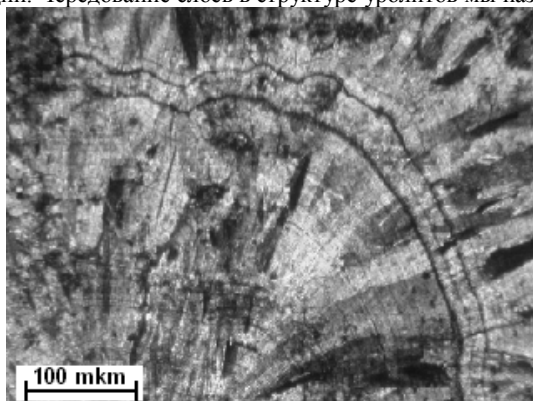
a



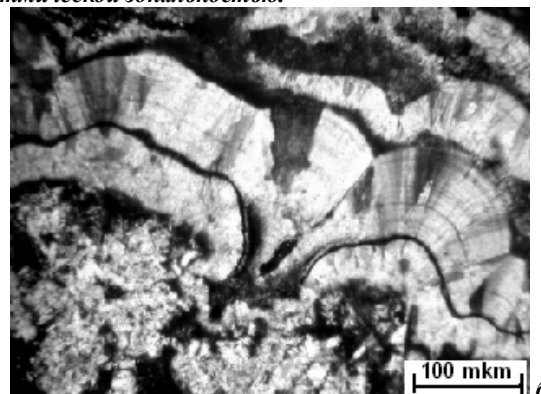
б

Рис. 2. Кристаллически-зернистая (*a*) и дендритовидная (*б*) структура уролитов

В структуре уролитов проявляется слоистость (от тонкой до более грубой). Это выявляется при детальном изучении срезов уролитов (в шлифах и аншлифах). Слои имеют особенность чередоваться друг с другом. Они различаются по цвету, мощности, конфигурации. Чередование слоёв в структуре уролитов мы назвали *ритмической зональностью*.



a



б

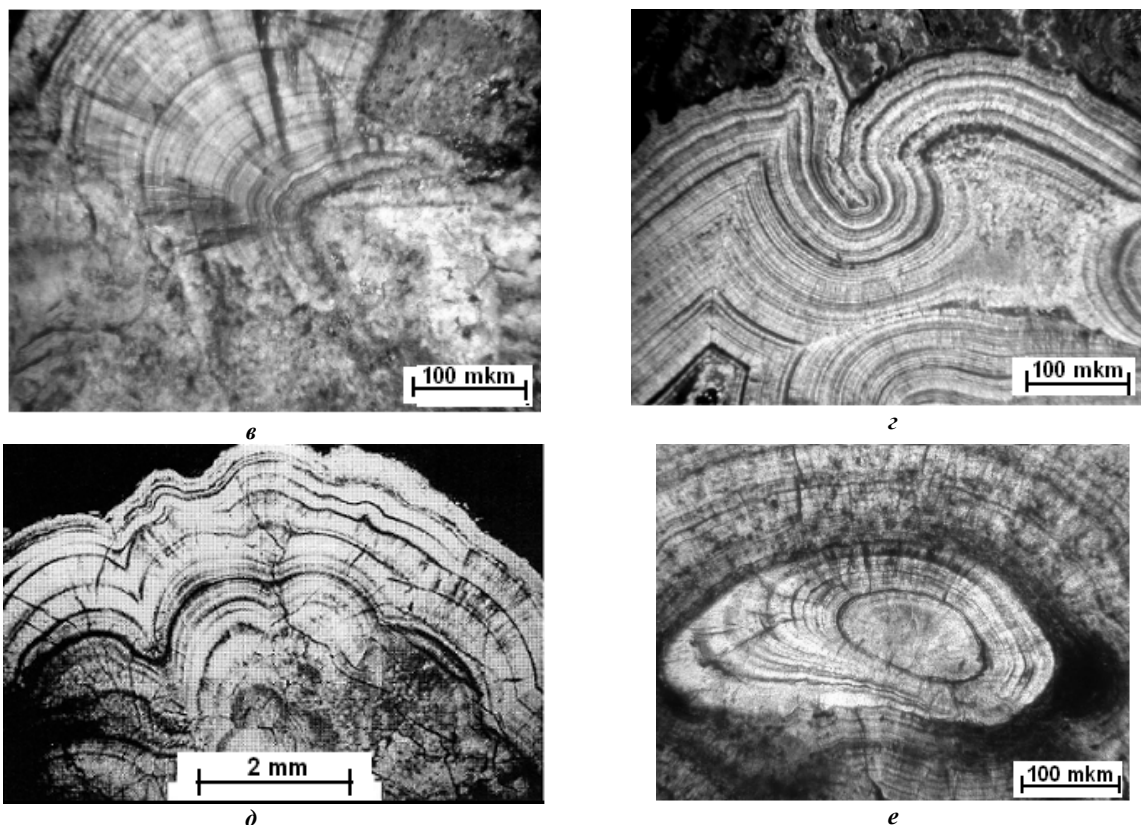


Рис. 3. Структурные разновидности уrolитов: комбинированная (а,б, в), ритмически-зональная (з, д, е)

Ритмически-зональное строение уrolитов отмечается во многих уrolитах, которые представлены оксалатами, фосфатами и другими минералами. Зональность в уrolитах отмечается ритмическим чередованием слоев (рис. 3, з, д, е). Концентрические слои, представленные чередованием органического и минерального вещества, располагаются вокруг центра уrolита. Нередко над кристаллами оксалата кальция формируются микросферолиты, создавая **комбинированный** тип структуры.

В структуре уrolитов установлены следующие типы ритмов:

1. **Зональный ритм.** Зоны неорганического вещества четко упорядочены и чередуются с зонами органического вещества (в виде концентрических слоев).
2. **Зернистый ритм.** Зоны неорганического вещества расположены беспорядочно в виде зерен. Участки, сложенные органическим веществом, отмечаются между зёрнами.
3. **Комбинированный ритм.** Зоны с четкой ритмичностью перемежаются с участками, которые представлены зернистым ритмом.

В уrolитах с ритмически-зональной структурой [13-15] установлены следующие элементы строения: **ядро, слой, зона, ритм.**

Ядро занимает центральную часть уrolита и представлено сгустком органического вещества либо скоплением кристаллов и их зерен. Минеральное или органическое вещество отлагалось на поверхности ядра с образованием микрослоев различной конфигурации и мощности.

Слой уrolита – это его часть, которая имеет однородный состав, окраску и четкие ограничивающие поверхности. Мощность (толщина) отдельных слоев колеблется от 0,1 мкм до 1 мм. Слои представлены либо минеральным веществом, либо органическим, либо тем и другим вместе. Они объединяются в группы числом от 2 до 8 слоев, иногда больше.

Зона в структуре уrolита состоит из группы слоев и ограничена с двух сторон слоями органического состава.

Ритм состоит из группы зон и ограничен с двух сторон слоями органического состава. Один ритм состоит в среднем из 4-х зон (при колебаниях от 2 до 5).

Слой органического вещества является границей между двумя слоями минерального вещества. Соседние зоны, которые состоят из некоторого количества слоев минерального и органического состава, разделяются также слоем органического вещества, имеющим более значительную мощность. Слои, которые представлены органическим веществом (темного цвета), являются границей между ритмами. Эти границы имеют мощность большую, чем границы между зонами. Нередко мощность границ между ритмами превышает 1,5 мм. Зоны, объединяющиеся в ритмы, создают картину ритмически чередующихся слоистых образований (рис. 3, з, д, е).

Изучение ритмической зональности уrolитов позволяет сделать вывод о зависимости их минерального состава от определенного физиологического состояния организма, заболеваний в отдельных системах и органах, а также кристаллизации различных минералов в зависимости от кислотности или щелочности мочи.

Мы объясняем формирование ритмически-зональных уrolитов с позиций науки биоритмологии, которая отмечает наличие в организме человека различных биологических ритмов. Учёными выделяются суточные, месячные, годовые биоритмы в организме человека. Так, например, ритмические колебания кислотно-щелочного равновесия в тканях и крови человека являются суточными биоритмами, и т.д. Вероятно, эти колебания могут оказывать регулирующее воздействие на формирование ритмической зональности в уrolитах.

Заключение

Морфологические и структурные особенности строения уrolитов, в особенности наличие ритмической зональности, свидетельствуют о тесной взаимосвязи между живым организмом и органо-минеральным агрегатом в мочевыделительной системе человека. С большой долей уверенности мы можем говорить о симбиозе живого и минерального вещества в организме человека; в результате подобного симбиоза формируются органо-минеральные образования, нередко являющиеся в дальнейшем причиной некоторых заболеваний (например, мочекаменная и желчнокаменная болезни).

Литература

1. Юшкин Н.П. Сингенез, взаимодействие и коэволюция минерального и живого миров // Минералогия и жизнь. Сыктывкар, 1993. – С. 5–7.
2. Кораго А.А. Введение в биоминералогия // СПб: Недра, 1992. – 280 с.
3. Сребродольский Б.И. Биологическая минералогия. – Киев: Наукова думка, 1983. – 102 с.

4. Ракин В.И., Каткова В.И., Макеев Б.А. Неравновесная кристаллизация оксалата кальция в водных растворах. Ж. «Вестник», Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, ноябрь, 2005, № 11. С. 5–9.
5. Каткова В.И. Мочевые камни: минералогия и генезис // Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 1996. – 88 с.
6. Каткова В.И., Ракин В.И. Эпигенетическая кристаллизация в уrolитах // Органическая минералогия: Материалы IV Российского совещания с международным участием. Черногоровка: ИПХФ РАН. 2013. С. 11–13.
7. Голованова О.А. Биоминералогия мочевых, желчных, зубных и слюнных камней из организма человека: Дисс... д-ра геол.-минер. наук. – СПб, 2007. – 333 с.
8. Сокол Э.В., Нигматулина Е.Н., Максимова Н.В. Сферолиты оксалата кальция в почечных камнях: морфология и условия образования // Химия в интересах устойчивого развития. 2003. № 11. – С. 547–558.
9. Зузук Ф.В. Минералогия уrolитов: Монография, в 3-х т. Т.1: Распространение мочекаменной болезни среди населения мира (на укр. языке). – Луцк: Изд-во «Вежа» Волынского гос. ун-та, 2002. – 408 с.
10. Мак-Коннелл Д. Биоминералогия фосфатов и физиологическая минерализация. Фосфор в окружающей среде // М.: Мир, 1977. – С. 462–481.
11. Lowenstam H.A. Minerals formed by organisms // Science. – 1981. – Vol. 211, № 4487. – P. 1126–1131.
12. Lowenstam H.A., Weiner Sh. On the biomineralization. N.Y. // Oxford Univ. press. 1989. – P. 324.
13. Полиенко А.К. Ритмичность – общая закономерность развития живого и косного вещества // Сб.: Тезисы 1-й Межгосударственной конф. «Биоминералогия-92» (выездная сессия Украинского минералогического общества 12–13 мая 1992, Луцк). – 1992. – С. 21–22.
14. Полиенко А.К., Севостьянова О.А., Орлов А.А. Симбиоз живого и косного вещества в уrolитах // Известия Томского политехнического университета – 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 10–15
15. Полиенко А.К., Бощенко В.С., Севостьянова О.А. Взаимосвязь органических и неорганических веществ при формировании мочевых камней // Бюллетень сибирской медицины. – 2012 – Т. 11. – № 2. – С. 52–58.
16. Севостьянова О.А. Минералого-геохимические особенности уrolитов Томского района и их связь с факторами природной среды и техногенного воздействия. Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2012. – 20 с.

References

1. Yushkin N.P. Biomineral interactions. From biomineralogy to a vitamineralogiya//Mineralogy and life: biomineral interactions: Materials II of the international seminar. Syktyvkar, 1996. – P. 7.
2. Korago A.A. Introduction to biomineralogy//St. Petersburg: Subsoil, 1992. – 280 p.
3. Srebrodolsky B.I. Biological mineralogy. – Kiev: Naukova thought, 1983. – 102 p.
4. Rakin V.I., Katkova V.I., Makeev B.A. Nonequilibrium crystallisation of the oxalate calcium in the water solutions. «Messenger», Komi scientific center of the Ural Office of the Russian Academy of Sciences, November, 2005, No. 11. P. 5–9.
5. Katkova V.I. Uric stones: mineralogy and genesis//Syktyvkar: Komi scientific center of the Ural Office of the Russian Academy of Sciences, 1996. – 88 p.
6. Katkova V.I., Rakin V.I. Epigenetic crystallization in the uroliths//Organic mineralogy: Materials IV of the Russian meeting with the international participation. Chernogolovka: IPHF Russian Academy of Sciences. 2013. Page 11–13.
7. Golovanova O.A. Biomineralogy of urinary, biliary, dental and salivary stones from a human body. Theses... doctors of geologic and mineralogy sciences. St. Petersburg, 2007. – 333 p.
8. Sokol E.V., Nigmatullina E.N. falcon., Maksimova N.V. Sferolith of calcium oxalate in nephroliths: morphology and conditions of education//Chemistry in interests of a sustainable development. 2003. No. 11. – P. 547–558.
9. Zuzuk F.V. Mineralogy of urolithes: The monograph, in 3 t. T.1: Distribution of an urolithic illness among a world's population (in Ukraine).–Lutsk: Publishing house of "Vezha" of the Volynsk state university, 2002. - V 1. – 408 p.
10. Mac-Connell D. Biomineralogy of the phosphates and physiological mineralization. Phosphorus in environment//M.: World, 1977. – P. 462–481.
11. Lowenstam H.A. Minerals formed by organisms // Science. – 1981. – Vol. 211, № 4487. – P. 1126–1131.
12. Lowenstam H.A., Weiner Sh. On the biomineralization. N.Y. // Oxford Univ. press. 1989. – P. 324.
13. Poliyenko A.K. Rhythm is the general regularity of development of live and inert substance. Theses of 1st Interstate "Biomineralogy-92" conference (visiting session of the Ukrainian mineralogical society on May 12–13, 1992), Lutsk, 1992. – 21–22 pp.
14. Poliyenko A.K., Sevostyanova O.A., Orlov A.A. Symbiosis of live and inert substance in urolithes //News of Tomsk polytechnic university, 2010, V.317, № 1, 10–15 pp.
15. Polienko A.K., Boshchenko V.S., Sevostyanova O.A. The relationship of organic and inorganic substances in the formation of urinary stones //Bulletin of the Siberian medicine. – 2012, V.11. – № 2. – 52–58 pp.
16. Sevostyanova O. A. Mineralogo-geokhimistry peculiarities of the uroliths of the Tomsk region and their communication with the factors of environment and technogenic influence. Theses... candidate of geologic and mineralogy sciences. – Tomsk, 2012. – 20 p.

Spasovski O.¹ Spasovski D.²

¹Faculty of Natural and Technical Sciences, “Goce Delčev” University, Goce Delčev 89, MK-2000, Štip, Republic of Macedonia ² Netcetera DOOEL, Skopje, orce.spasovski@ugd.edu.mk, spasovski.daniel@gmail.com

PHYSICAL-MECHANICAL AND MINERALOGICAL-PETROGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE GRANODIORITE OF “LOZJANSKA REKA”, VILLAGE OF KRUSEVICA (WESTERN MACEDONIA)

Abstract

The granodiorite of the Lozjanska Reka, western Macedonia, has been examined in order to determine the possibility to be used as an architectural stone. The samples were taken from the surface parts, and the results from their physical and mechanical examination have shown that rock mass itself satisfies all requirements form the use as architectural stone according to the state standards of R. Macedonia. Also the quality of the stone is greater in the deeper parts of the terrain where the influences from the outside have a very small effect. This stone does not have highly decorative features but it has a very fine grained structure which has a positive effect for the technical characteristics and for the being a subject for processing.

Keywords: granodiorite; Lozjanska Reka; architectural stone; mineralogic-petrographic composition; physical-mechanical characteristics

INTRODUCTION

The granodiorite of Lozjanska Reka is located about 6.0 km north-west from the Čanište village and about 0.5 km south-east from the village of Kruševica, in the series of gneisses which has been broken through with granite and granodiorite as part of the metamorphic complex of the Pelagon (Fig. 1). This area is geographically close to Selečka Mountain. The largest water artery in this part of the terrain is Čaniška Reka which has Lozjanska Reka, Kruševička Reka and Kosovska Reka as its confluent. In the past period, up to now, in search of good quality granite, many other regions have been researched on many occasions in the area of Mariovo, but no significant results have been received. Stojanov (1958, 1960, 1968 and 1974) has researched these terrains and distinguished many varieties of gneisses, mica schists, amphibolite and granitoid rocks. Some of the scientists stated some conclusions which concern the entire Pelagon and believes that in

the beginning of the Algonquian orogenic movements a progressive metamorphism has been done in the lower Precambrian complex and towards the end of the orogenic movements, granodiorite-adamellite masses have taken root.



Fig. 1. Map of the R. Macedonia with position the locality “Lozjanska Reka”

In the period of making the Basic Geologic Map of SFRY the authors of the leave Vitolište (Dumurdžanov, Hristov, 1976a, 1976b) and Prilep (Rakičević, Stojanov, Arsovski, 1965a, 1965b) processed the leave content of the rocks of the leave Vitolište where the granodiorite Lozjanska Reka belongs.

Dumurdžanov (1985) explores the granitoids in details and concludes that they are mainly represented with granodiorite (70%) and quartzdiorite (20%), and less with quartz monocytes and granites.

METHODOLOGY

The location Lozjanska River is explored using terrain and laboratorial explorations. The terrain explorations have provided the distinguished insight of the terrain, familiarization with its geological and structural-tectonic characteristics, as well as the collecting of representative samples from the granodiorite for defining their chemical and mineralogical composition, structural-textural and physical-mechanical characteristics.

The mineralogic-petrographic research have been done at the Faculty of Natural and Technical Sciences in Štip, while the chemical content of the granodiorite of the determined in the chemical laboratory of the Faculty of Natural and Technical Sciences with the instrument AES-ICP. The research of the physical-chemical characteristics was performed in the laboratory at the Faculty of Civil Engineering in Skopje. The examinations were performed during 2010. Because the rock masses are not well disposed, the samples were taken from the surface of the terrain. As a consequence, in the samples are some cracks that result from the great influence of the atmosphere. However, the examinations of the samples have shown credible values of their physical-mechanical characteristics. It is certain that the samples from the greater depths would give much better results.

GEOLOGIC FEATURES

In the geologic structure of the area that is included in our observation and research there are three types of rocks that included: muscovite gneisses, granodiorite, amphibolite and deluvial sediments (Fig. 2). The muscovite gneisses are outspread in the northern and north-eastern part of the researched area. They are characterized with grey colour with glittering radiance from the leaves of muscovite which can clearly be noticed. They are characterized with slightly distinguished parallel schistosity texture. The structure of the gneisses is grano-lepidoblastic with slightly distinguished striped texture. The main minerals in the rock are: quartz, feldspar and mica. The participation of salic and femic minerals is approximately equal in quantity, i.e. the salic are slightly more present. The quartz is found in xenomorphic crystals as well as in feldspars. The feldspar is K-feldspar – orthoclase, plagioclase. The orthoclase is fairly clayed while the plagioclase is more strongly clayed. The plagioclase is albite to intermediate plagioclase. It is rare to find some larger xenomorphic crystals of orthoclase, as porphyroblastic.

The mica is represented with muscovite and biotite. The secondary minerals are the epidote, rarely granite and mining mineral in irregular shapes. The epidote is quite common in long crystals and is regularly associated with mica lines. The apatite and the zircon are accessory minerals. Amphibolite appear as relatively sharply distinguished concordant stripes or irregular bodies. These rocks vary from light to dark-green, minisculeto largely granular, mostly schistified, rarely massive. The main minerals present with in the mare amphibol, oligoclase, andesine, less present are albite, oligoclase and epidote, while the granate, zoisite, biotite, diposide, titanite, quartz and rutile vary with their presence. They are often presenting minor quantities, locally they are present as important minerals.

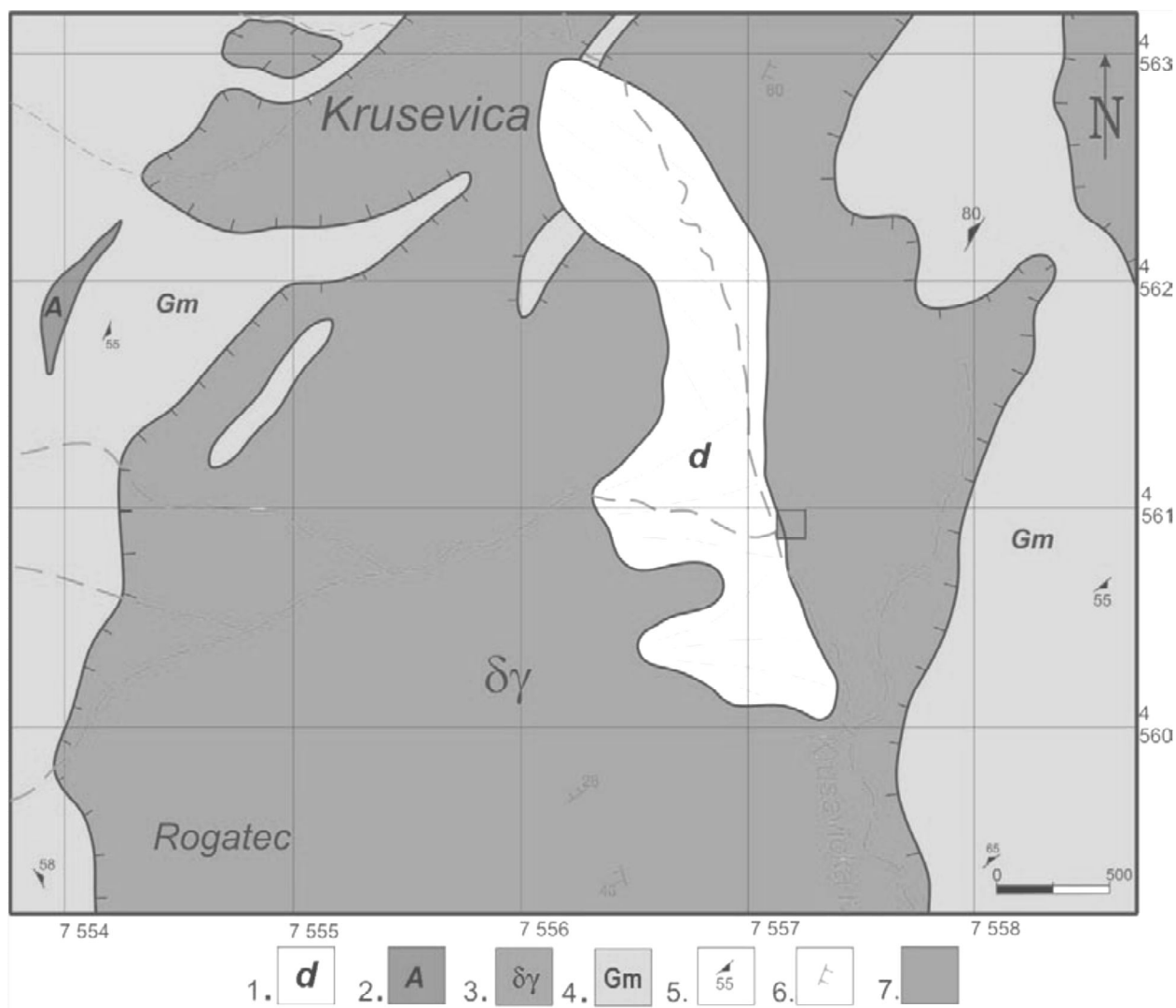


Fig. 2. Geological map of the locality "Lozjanska Reka"

1. deluvial sediments, 2. amphibolite, 3. granodiorite, 4. muscovite gneisses, 5. elements of foliation, 6. elements of fissures, 7. research area.

Based on the structural-textural characteristics and the mineralogical composition, there are two basic varieties within the granodiorites including porphyritic granodiorites and massive to medium to largely granular granodiorites. Based on the microscopical exploration, significant varieties within the mineralogical composition of the granodiorites is seen, especially within the massive type. Porphyroidal granodiorites are grey, largely granular rocks with porphyric structure and massive texture.

They are comprised of plagioclases, K-feldspar, quartz and biotite as main minerals, and titanite, granite, apatite and zircon as a side minerals. As a result of the secondary changes the chlorite, epidote, zoisite, sericite, kaolin and limonite matter are present. The massive granodiorites are not completely homogenous in its composition and there are significant varieties regarding the presence of certain minerals. In distinguished partitions the K-feldspar are more present and the rocks represent quartz monocytes or granites and on some occasions when they are present less than 5% the same cross over to quartz diorite. The massive granodiorites are grey to dark-grey, medium to largely granular. They are comprised of plagioclase, calciumfeldspate, quartz and biotite as main minerals, and apatite, titanite, amphibole, zircon, granite and magnetite as a lesser frequent minerals.

Secondary there are the epidote, zoisite, sericite, albite, chlorite, kaolin and limonite matter. The deluvial sediments are largely dispersed on the Selečka Mountain in the valley of the Kruševička Reka (Figure 2). The sediments represent the material from the granodiorite and metamorphic rocks.

PETROGRAPHIC-MINERALOGIC CHARACTERISTICS

There were some representative samples from the locality Lozjanska Reka selected for the mineralogic-petrographic examinations. 5 petrographic samples were examined with a polarized microscope with transmitted light, brand Leitz, Wetzlar, Germany. The mineralogic-petrographic examinations were performed at the Faculty of Natural and Technical Sciences, Institute for Geology, by the author of the paper. The granodiorite is characterized with medium to large grained structure and light grey-pink colour equally present throughout the entire sample (Figs. 3 and 4). The mineral grains are most common with the size of 4 to 5 mm, but there are also grains with the size of 1 cm. On a microscope it can be seen that they have hypidiomorphic grain structure (Figs. 5 and 6). The main minerals are: quartz, plagioclase, orthoclase and biotite. The plagioclase is clearly defined and is present as hypidiomorphic and irregular crystals, lengthened and wider rectangular shapes.

The plagioclase is strongly metamorphized and the products are the epidote and the coesite, but also there is a zonal allotment and intense alteration of the plagioclase in the middle parts. The plagioclase is more present than the orthoclase and the quartz. According to the altered products and the weak zonal allotment, the plagioclase is intermediate, i.e. andesine-labradorite weakly acid. The orthoclase is xenomorphic, fresh and poorly clayed, and regularly poikilitic incorporates smaller crystals in the plagioclase and the biotite.

The orthoclase is weakly microclinised at separate crystals. The biotite is present in large square leaves and smaller rectangular leaves outspread – separate and in places grouped in small clumps. It has clear brown pleochroism. The biotite contains idiomorphic spires-microlites on the zoisite, and on the edges there are also crystals of the epidote and the apatite. The quartz is found in the interspace with smaller xenomorphic grains. It is slightly undulose darkened which points to the fact that it has slight mechanic deformations. Allanite and zircon are accessory minerals. The rock is quite strong, with slight cracks on it, i.e. with slight mechanic deformations which can be seen with the slightly distinguished darkening of the quartz as well as the slightly present micro-cracks at the orthoclase.

Quartzdiorite is characterized with dark greygreenish color, medium grained structure with a particular slightly distinguished oriented striped texture. The hard rock is with massive texture. The rock is constituted of quartz, amphibole, biotite, plagioclase and not so often K-

feldspar, which are the main minerals. When the quantity is concerned, the coloured minerals (amphibole, biotite and epidote) are more common than the salic minerals. Probably, the rock is additionally metasomatic feldspathized. Na-feldspar is present in large irregular crystals which include many inclusions and crystals from epidote – zoisite and amphibole. With separate albites, some polysynthetic lamellas can be seen. K-feldspar is less present and mostly in a shape of xenomorphic crystals. The quartz is present in xenomorphic grains in the interspace of the remaining minerals. It is clearly evident that the coloured minerals are present with irregular shape of the crystals with different orientation, i.e. the crystals of the amphibole and the biotite are presented vertically and sidelong with a given slightly distinguished oriented texture (Figs. 3 and 4). This points out that the rock apart from the metasomatic processes has gone under metamorphism from regional retrograde metamorphism.

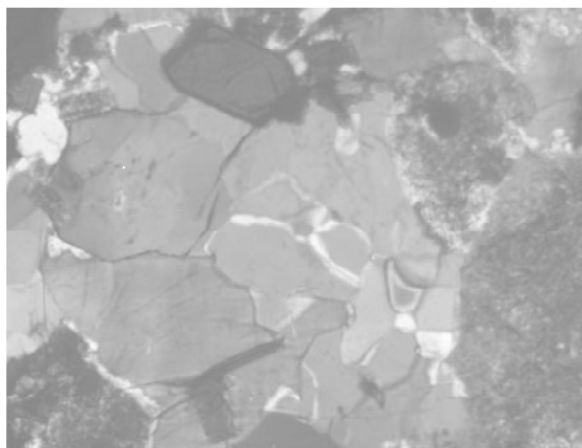


Fig. 3. Medium to large grained structure of the granodiorite. Crossed nicols, magnified 50×.

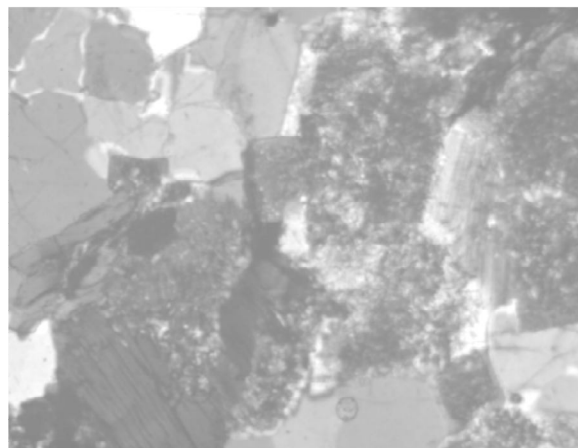


Fig. 4. Medium to large grained structure of the granodiorite. Parallel nicols, magnified 50×

The amphibole is found in big square crystals and with little leave-like crystals, stretched about shapes and densely mixed with biotite and big crystals of the epidote. The amphibole is weakly alkaline hornblende. The biotite is also present in larger and smaller leaves with different orientation. The secondary minerals are the allanite, zoisite and mining mineral (oxide mineral), and the apatite and the zircon are accessory minerals.

Striped muscovite gneiss has grey color with glittering radiance from the leaves of muscovite which can clearly be noticed. They are characterized with medium grained structure with slightly distinguished parallel schistose texture. The regular pattern of minerals throughout the sample can be seen.

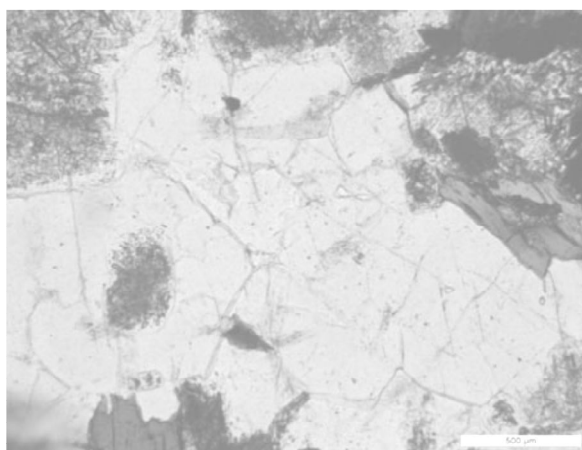


Fig. 5. Hypidiomorphic grain structure of the granodiorite. Crossed nicols, magnified 50×.

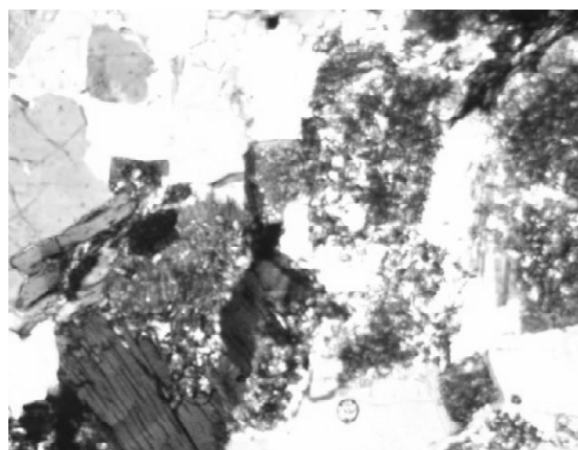


Fig. 6. Hypidiomorphic grain structure of the granodiorite. Parallel nicols, magnified 50×.

With a microscope the grano-lepidoblastic structure with slightly distinguished striped texture can be observed.

The main minerals in the rock are: quartz, feldspar and mica. The participation of salic and femic minerals is approximately equal in quantity, i.e. the salic are slightly more present.

The quartz is found in xenomorphic crystals as well as in feldspars. The feldspar is K-feldspar – orthoclase and plagioclase so the plagioclase is more present. The orthoclase is fairly clayed while the plagioclase is more strongly clayed. The plagioclase is albite to intermediate plagioclase. Rarely are found some larger xenomorphic crystals of orthoclase.

The mica is represented with muscovite and biotite and they are found in not clearly distinguished lines. It is typical for the biotite that it is bleached – barytised, so it has a fairly weak brownish interference. There is an impression that it is muscovite with separated Fe-component with thicker irregular shapes at the leaves themselves. It is possible that it is mica-phengite. The secondary minerals are the epidote, orthite, rarely granite and mining mineral in irregular shapes. The epidote is quite common in long crystals and is regularly associated with mica lines. The apatite and the zircon are accessory minerals. It is a metamorphic rock which has pointed and not well defined striped texture. The quartz is darkening while the feldspar are with cracks and altered.

CHEMICAL EXAMINATIONS

The chemical characteristics of the granitoid rocks from the Lozjanska Reka locality, Kruševica, represent a contribution to the broadening of the knowledge for this massive on the territory of the Republic of Macedonia. This massif is evidently different from the surrounding rocks by its content, structural-tectonic features, color and the manner of its origination. Basically, granodiorite is characterized with homogeneous solid to compact texture, which locally turns to porphyroide. With such

arrangement and intergrowth of the mineral components, beige to greenish basic color spotted with biotite of black color is formed in the mineral aggregate.

For more detailed presentation of the chemical content of the granodiorites from the Lozjanska Reka locality, four representative samples were taken from the granodiorites and one sample from a light grey rock with great compactness.

The examinations of the taken samples were performed at the Faculty of Natural and Technical Sciences with the instrument AES-ICP. The chemical content of the analyzed samples are presented in *Table 1*.

Table 1. Chemical composition of the granodiorites from the “Lozjanska Reka” locality (%)

Components	Symbol of the sample				
	Lz/1	Lz/2	Lz/3	Lz/4	Lz/5
SiO ₂	65.60	66.30	65.89	65.60	68.50
Al ₂ O ₃	16.25	16.42	16.85	16.24	15.03
Fe ₂ O ₃	2.41	2.21	2.65	2.38	3.14
MnO	0.069	0.070	0.072	0.099	0.08
MgO	0.68	0.72	0.74	0.41	0.86
CaO	4.31	4.56	4.56	4.09	2,93
K ₂ O	4.78	4.75	4.92	4.94	4.29
Na ₂ O	3.70	3.71	3.75	3.58	3.99
TiO ₂	0.412	0.423	0.431	0.334	0.20
P ₂ O ₅	0.21	0.19	0.23	0.11	0.17
LOI	1.250	0.950	0.980	0.78	0.66
Total	99.67	100.303	100.923	98.563	99.85
Ba (ppm)	650	640	631	647	642
Sr (ppm)	250	265	247	250	260
Y (ppm)	22	26	27	24	25
Sc (ppm)	7	7	7	7	7
Zr (ppm)	237	242	251	240	242
Be (ppm)	2	4	3	2	4
V (ppm)	44	41	38	45	39

From the table presented it can be stated that the analyzed samples are characterized with a constant chemical content which can be seen in the content of SiO₂ which is in range of 65.60 to 68.50. From the analyzed samples it can be spotted that there is a slight increase of Al, Ca, K, Fe and Mg, but especially Al which is probably due to the additional secondary processes which the analyzed samples were influencedly. Analysis of trace elements (Table 1) indicate a significant presence of trace elements from the ranks of Ba, Sr, Zr and V.

PHYSICAL-MECHANICAL CHARACTERISTICS

The purpose of this research is to determine the physical-mechanical characteristics of the stone and to determine the eligibility of the material for its application in the civil engineering for the production of fractioned broken stone aggregate for concrete and asphalt compositions and for other applications in the trade in accordance with MKS standards.

The performed analyses are in accordance with the valid standards: MKS, B.B2.009, MKS B.B8.003, MKS S.E9.021, MKS U.E9.028, MKS SE4.014, MKS B.B8.045. The received results for the physical-mechanical characteristics of the granodiorite are presented in Table 2.

After the performed analysis of the received results it can be concluded that for a stone material of high strength to pressure, rock breakage, high resistance to destruction and scraping, low absorption of water, compact to high transmission mass and constant to the frost exposure.

According to the determined physical-mechanical characteristics, the examined stone from the rock of the village of Kruševica locality is a eligible stone and it can be applicable in various fields as well as in civil engineering, as the following:

- production of concrete mixtures,
- production of bitumen layer,
- production of road metal.

Table 2. Results of the physical-mechanical characteristics

No	Analysis	Method according to MKS	Unit	Symbol	Results from the analysis	Conditions for quality: BET.MKS B.B2.009 BNS/MKS U.E9.021/028 AB/MKS U.E9.028
1	Compressive strength in dry conditions	B.B8.012	MPa	σ _{pm} σ _{pm} σ _{psred}	146.30 185.40 171.90	BET/min. (80;160) BHS/min (100) AB/min. (120;140;160) Buffer/min.(100;120)
2	Pressure strength in water saturation condition	B.B8.012	MPa	σ _{pm} σ _{pm} σ _{psred}	116.20 146.20 134.60	BET/min. (64;128) BHS/min (100) AB/min. (120;140;160) Buffer /min.(100;120)
3	Pressure strength after 25 frost cycles	B.B8.010	MPa	σ _{pm} σ _{pm} σ _{psred}	104.60 161.80 142.40	/
4	Water absorption	B.B8.010	% (m/m)	U	0.167	BET/min. (1.0) AB/min. (0.75;1.0) Buffer /min.(1.0)
5	Resistance to destruction and scraping	B.B8.015	cm ³ /50 cm ²	Ab	8.40	BET/min. (35.0) AB/min. (12.0;18.0;35.0)
6	Volume capacity with cavities and cracks	B.B8.032	kg/m ³	γ _v	2745	(2000–3000) kg/m ³
7	Volume capacity without cavities and cracks	B.B8.032	kg/m ³	γ _s	2775	(2000-3000) kg/m ³
8	Degree of density	B.B8.032	% (mm)/	G	98.74	/
9	Porosity	B.B8.032	% (m/m)	P	1.26	/
10	Consistency to ice exposure	B.B8.001	Damage and loss (g)	M	No loss of the weight, damage and cracks	BET/min. (5.0) AB/min. (5.0) Buffer /min.(10.0;12.0)

CONCLUSION

The samples were taken from the surface parts of the terrain where the influences from the outside are quite intense. In the deeper layers of the ground, the rock mass is found as blocks and less affected by the atmospheric influence which enables a better quality. Based on the received results from the analyses it can be concluded that it can be used as an architectural stone.

The rock mass is medium-granular which makes the granodiorite from Lozjanska Reka to give valid the physical-mechanical characteristics and eligibility for processing (cutting, polishing, etc.). The absence of pyrite enables endurance from the influences from the atmosphere.

The weaknesses of this stone are the following: it has average decorative values, heterogeneous appearance. These rocks masses are almost an easy subject to erosion in the surface parts, but they have decorative possibilities in the deeper parts.

According to the mineral-petrographic composition, structural-textural characteristics the granodiorite is quite solid and can be widely used in the civil engineering primarily as architectural stone for production of tiles for interior and exterior use for tiling walls. The remaining part after the cutting can be used as technical stone for aggregate with different granulation for the use of concrete and asphalt mixtures, as well as for other building needs.

According to the mineral-petrographic content, structural-textural characteristics the amphibolites quartz-diorite can be widely used in the civil engineering. It can be used as architectural stone, as technical stone for stone blocks and separated aggregate for asphalt and concrete mixtures, as well as for other building needs.

Due to the great quantity of phyllo-silicates – micas it is expected the striped muscovite gneiss to have low strength characteristics and for that reason it is not recommended for use as technical stone. The feldspars are also significantly clayed so the stone would have weak resistance from the atmospheric influences. Generally the striped muscovite gneiss from its mineral-petrographic aspect and structural-textural characteristics is not suitable for building purposes. It can only be found useful as electro-insulation material where the mica content is requested.

With the received values for the mineralogic-petrographic features of the granodiorite from the Lozjanska Reka locality, it can be concluded that it satisfies all criteria for an architectural-building stone, even some parameters are even higher than the requested ones.

Литература

1. Бариќ, Љ., 1940: Извештај о теренском раду у околини Прилепа. Год. Геол. Инст. Кр. Југ. за 1939 год. Београд.
2. Буге, А., 1891: Геолошка скица Европске Турске. Додаток во Геолошких анала Балканског полуострва 3. Београд.
3. Цвијиќ, Ј., 1906: Основе за географију и геологију Македоније и Старе Србије. Посеб. Изд. С. А. Књ. I Београд.
4. Цвијиќ, Ј., 1911: Основе за географију и геологију Македонија и Старе Србије, и тд. Књ. III, Београд.
5. Думурџанов, Н., Христов, С., Павловски, Б., Иванова, В., 1976а: Толкувач за основна геолошка карта 1 : 100 000 за листот Витолиште – Кајмакчалан. Стр. Фонд на Геолошки завод Скопје. Стр. 60.
6. Думурџанов, Н., Христов, С., 1976б: Толкувач за основна геолошка карта 1 : 100 000 за листот Витолиште. Стр. Фонд на Геолошки завод Скопје. Стр. 65.
7. Думурџанов, Н., (1985): Петрогенетски карактеристики на високометаморфните и магматски карпи на централните и западните делови на Селечка Планина (СР. Македонија). *Geologica Macedonica* T II sv. 1. pp. 3-104, Штип.
8. Мариќ, Љ., (1936): Проучавање кристаластих стена Кајмакчелана. Изв. о раду Геол. Инст. Кр. Југ. за 1935 год. Београд.
9. Мариќ, Л., (1940): Петрографска и геолошка градња околине Прилепа и СИ од Прилепа у јужној Србији. *Весн. Геол. Инст. Кр. Југ. књ. VIII* Београд.
10. Николов, Н., (1921): Цијанитот од Селечка Планина в Македонија. Труд. на Бугарското природоизпит, дружество, кн. IX Софија.
11. Николов, Н., (1924): Белешки врху петрографијата и геологијата на Селечка Планина в Македониј. Год на Софис. Унив. Физ. Мат. Факултет кн. 3. Софија.
12. Ракичевиќ, Т., Стојанов, Р., Арсовски, М., 1965а: Основна геолошка карта 1 : 100 000 лист Прилеп. Стр. Фонд на Геолошки завод Скопје.
13. Ракичевиќ, Т., Стојанов, Р., Арсовски, М., 1965б: Толкувач за Основна геолошка карта 1 : 100 000 лист Прилеп. Стр. Фонд на Геолошки завод Скопје. Стр. 65.
14. Стојанов, Р., (1958): Претходни резултати од геолошките и петрографските истражувања на Селечка Планина. Трудови на Геолошкиот завод на Република Македонија. Св. 6. Стр. 127-180.
15. Стојанов, Р., (1960): Претходни резултати од геолошките и петрографските истражувања на високо метаморфните стени од централниот дел на Пелагонскиот масив. Трудови на Геолошкиот завод на Република Македонија. Св. 7. Стр. 147-178.
16. Стојанов, Р., 1968: Фенгити на Пелагонскиот масив. Трудови на Геолошкиот завод на Република Македонија. Св. 13.
17. Стојанов, Р., 1974: Петролошки карактеристики на магматските и метаморфните стени од пошироката околина на Прилеп. (Македонија). Посебно издание на трудови на Геолошки завод, бр. 4. Скопје.
18. Тучан, Ф., (1926): Минералско – петрографска проучавања у кристаластом масиву измеѓу Прилепа и Кајмакчалан. Гласн. С. Нуч. Др.-ва. Књ. II, св. 1 и 2. Скопје.

References

1. Barić, Lj., 1940: Izveštaj o terenskom radu u okolini Prilepa. *God. Geol. Inst. Kr. Jug. za 1939 god.* Beograd.
2. Bugé, A., 1891: *Geološka skica Evropske Turske. Dodatak vo Geoloških anala Balkanskog poluostorva* 3. Beograd.
3. Cvijić, J., 1906: *Osnove za geografiju i geologiju Makedonije i Stare Srbije. Poseb. Izd. S. A. Knj. I* Beograd.
4. Cvijić, J., 1911: *Osnove za geografiju i geologiju Makedonija i Stare Srbije, i td. Knj. III*, Beograd.
5. Dumurđžanov, N., Hristov, S., Pavlovski, B., Ivanova, V., 1976a: *Tolkuvač za osnovna geološka karta 1 : 100 000 za listot Vitolishte – Kajmakčalan*. Str. Fond na Geološki zavod Skopje. Str. 60.
6. Dumurđžanov, N., Hristov, S., 1976b: *Tolkuvač za osnovna geološka karta 1 : 100 000 za listot Vitolishte*. Str. Fond na Geološki zavod Skopje. Str. 65.
7. Dumurđžanov, N., (1985): *Petrogenetski karakteristiki na visokometamorfните i magmatski karpi na centralните i zapadnite delovi na Selečka Planina (SR. Makedonija)*. *Geologica Macedonica* T II sv. 1. pp. 3-104, Štip.
8. Marić, Lj., (1936): *Proučavanje kristalastih stena Kajmakčelana*. *Izv. o radu Geol. Inst. Kr. Jug. za 1935 god.* Beograd.
9. Marić, L., (1940): *Petrografska i geološka gradnja okoline Prilepa i SI od Prilepa u južnoj Srbiji*. *Vesn. Geol. Inst. Kr. Jug. knj. VIII* Beograd.
10. Nikolov, N., (1921): *Cijanitet od Selečka Planina v Makedonija*. *Trud. na Bugarskoto prirodizpit, društvo*, kn. IX Sofija.
11. Nikolov, N., (1924): *Beleški vrhu petrografijata i geologijata na Selečka Planina v Makedonii*. *God na Sofis. Univ. Fiz. Mat. Fakultet kn. 3*. Sofija.
12. Rakičević, T., Stojanov, R., Arsovski, M., 1965a: *Osnovna geološka karta 1 : 100 000 list Prilep*. Str. Fond na Geološki zavod Skopje.
13. Rakičević, T., Stojanov, R., Arsovski, M., 1965b: *Tolkuvač za Osnovna geološka karta 1 : 100 000 list Prilep*. Str. Fond na Geološki zavod Skopje. Str. 65.
14. Stojanov, R., (1958): *Prethodni rezultati od geološkite i petrografskite istraživanja na Slečka Planina*. *Trudovi na Geološki zavod na Republika Makedonija*. Sv. 6. Str. 127-180.

15. Stojanov, R., (1960): Prethodni rezultati od geološkite i petrografskite istraživanja na visoko metamorfne steni od centralniot del na Pelagonskiot masiv. Trudovi na Geološkiot zavod na Republika Makedonija. Sv. 7. Str. 147-178.
16. Stojanov, R., 1968: Fengiti na Pelagonskiot masiv. Trudovi na Geološkiot zavod na Republika Makedonija. Sv. 13.
17. Stojanov, R., 1974: Petrološki karakteristiki na magmatskite i metamorfne steni od poširokata okolina na Prilep. (Makedonija). Posenbno izdanie na trudovi na Geološki zavod, br. 4. Skopje.
18. Tučan, F., (1926): Mineraloško – petrografska proučavanja u kristalastom masivu između Prilepa i Kajamkčalana. Glasn. Sk. Nuč. Dr-va. Knj. II, sv. 1 i 2. Skopje.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURE

Банецкая Е.В.¹, Прокопчук В.Ф.²

¹ Младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ² доцент, канд. с.-х. наук, Дальневосточный государственный аграрный университет

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА МИКРОБОЦЕНОЗ ЛУГОВОЙ ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ

Аннотация

Изучали влияние длительного применения минеральных и органических удобрений на соотношение численности физиологических групп почвенных микроорганизмов и связанный с их деятельностью процесс минерализации органических веществ.

Ключевые слова: аммонификаторы, иммобилизаторы, удобрения, коэффициент минерализации.

Banetskaya E.V.¹, Prokopchuk V.F.²

¹ Junior Researcher, All-Russian Research Institute of Soy, ² Docent, Candidate Agricultural Sciences, Far Eastern State Agrarian University

INFLUENCE OF LONG APPLICATION OF FERTILIZERS ON MICROBIOCENOSIS MEADOW CHERNOZEM SOIL

Abstract

Studied the effect of prolonged use of mineral and organic fertilizers on the ratio of the number of physiological groups of soil microorganisms and their activities related to the process of mineralization of organic substances.

Keywords: ammonifiers, immobilizers, fertilizers, mineralization rate.

Применение удобрений меняет условия обитания микроорганизмов в почве. Ее микробное сообщество выполняет функцию поддержания гомеостаза почв, поэтому быстро реагирует на изменения в среде обитания. Считается, что микроорганизмы являются хорошим биоиндикатором: они играют ведущую роль в круговороте азота, лимитирующего продуктивность большинства наземных экосистем [1]. Однако, длительное применение минеральных удобрений приводит к глубоким изменениям структуры комплекса почвенных микроорганизмов, изменению соотношения численности физиологических групп микроорганизмов, участвующих в различных микробиологических процессах и обеспечивающих плодородие почвы [2]. Увеличивается численность микроорганизмов, обеспечивающих необходимый уровень эффективного плодородия (аммонификаторы, азотфиксаторы), повышается активность ферментов, уменьшается фитотоксичность почвы, создаваемая микроорганизмами.

С целью выявления влияния длительного применения удобрений на почвенный микробиоценоз были проведены исследования с луговой черноземовидной почвой длительного стационарного опыта, на опытном поле ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» РАН (Амурская область). В течение 53-х лет в почву вносились удобрения под каждую из пяти культур севооборота в рекомендуемой норме. Средняя нагрузка удобрениями на 1 га севооборотной площади по вариантам опыта представлена в таблице. Из минеральных удобрений вносили двойной суперфосфат и аммиачную селитру, из органических – полуперепревший навоз. В 2014 году под пшеницу вносили аммиачную селитру во всех вариантах опыта, кроме контрольного. Варианты опыта размещали систематически в 3-кратной повторности, площадь делянки – 180 м².

Микробиологические анализы проводили в свежих образцах почвы согласно общепринятых методик [3]. После предварительной пробоподготовки осуществляли количественный учет следующих микроорганизмов: бактерий, потребляющих органический азот – на мясопептонном агаре (МПА); бактерий, утилизирующих минеральный азот, и актиномицетов – на крахмало-аммиачном агаре (КАА). Направленность микробиологических процессов в почве определяли по коэффициенту минерализации-иммобилизации [4].

В результате определения численности микроорганизмов в 2014 году установлено, что в почве контрольного варианта, без применения удобрений, количество аммонификаторов азота снижалось от фазы кущения пшеницы к фазе полной спелости (таблица). В почве варианта с длительным применением одних только азотных удобрений количество аммонификаторов было выше контроля во все сроки наблюдения; на фоне минеральных азотно-фосфорных удобрений – только в фазу кущения пшеницы; а на фоне органо-минеральных удобрений – в фазу выхода в трубку.

Таблица 1 – Численность микроорганизмов почвы по фазам развития пшеницы

Период отбора образцов	Внесено удобрений: на 1 га севооборотной площади/ под пшеницу 2014 года	Микроорганизмы на средах, млн. ед. КОЕ/1 г сух. почвы		Коэффициент Мишустина
		МПА (аммонификаторы азота)	КАА (иммобилизаторы азота)	
Фаза кущения, 03.06.14	Контроль без удобрений	19,7	26,2	1,3
	N24/N30	28,2	47,1	1,7
	N24P30/N30	29,4	23,5	0,8
	N24P30 + навоз 4,8 т/N30	20,0	40,4	2,0
Фаза выхода в трубку, 23.06.14	Контроль без удобрений	16,4	40,2	2,5
	N24/N30	36,5	28,9	0,8
	N24P30/N30	17,9	28,1	1,6
	N24P30 + навоз 4,8 т/N30	38,3	24,8	0,6
Фаза полной спелости, 09.08.14	Контроль без удобрений	11,2	27,3	2,4
	N24/N30	40,1	27,9	0,7
	N24P30/N30	10,6	27,4	2,6
	N24P30 + навоз 4,8 т/N30	13,3	25,1	1,9

Численность иммобилизаторов азота в почве контрольного варианта была наиболее высокой в фазу выхода в трубку. Азотная и органо-минеральная системы удобрений повысили численность иммобилизаторов в фазу кущения. По всем системам удобрения в фазу выхода в трубку их численность была ниже контроля, а в фазу спелости – на уровне контрольного варианта.

Величина коэффициента Мишустина (отношение численности иммобилизаторов / аммонификаторов) в контрольном варианте во все сроки наблюдения была выше единицы, что свидетельствует о преобладании процессов закрепления азота в луговой

черноземовидной почве над процессами его минерализации. Длительное применение только азотных удобрений усиливало процессы закрепления азота в фазу кущения пшеницы, которая является критической для этой культуры по оценке его обеспеченности доступными формами азота.

В более поздние фазы на фоне длительного применения только азотных удобрений наблюдалось превышение минерализационных процессов над иммобилизационными. На фоне минеральных азотно-фосфорных удобрений, наоборот, в поздние сроки определения преобладали процессы закрепления азота. Это должно оказывать влияние на динамику содержания минеральных форм азота и на качество зерна пшеницы.

Таким образом, длительное применение различных систем удобрения в севообороте оказывает значительное влияние на качественный состав почвенных микроорганизмов, а также на процесс минерализации-иммобилизации азота почвы.

Литература

1. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 256 с.
2. Мишустин, Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1975. – 105 с.
3. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
4. Терещенко, Н.Н. Практикум по микробиологии для оценки плодородия почвы и качества грунтов / Н.Н. Терещенко, Е.Е. Акимова, О.М. Минаева. – Томск: ТГУ, 2011. – 96 с.

References

1. Zvjagincev, D.G. Pochva i mikroorganizmy / D.G. Zvjagincev. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1987. – 256 s.
2. Mishustin, E.N. Associacii pochvennyh mikroorganizmov / E.N. Mishustin. – M.: Nauka, 1975. – 105 s.
3. Tepper, E.Z. Praktikum po mikrobiologii / E.Z. Tepper, V.K. Shil'nikova, G.I. Pereverzeva. – M.: Drofa, 2004. – 256 s.
4. Tereshhenko, N.N. Praktikum po mikrobiologii dlja ocenki plodorodija pochvy i kachestva gruntov / N.N. Tereshhenko, E.E. Akimova, O.M. Minaeva. – Tomsk: TGU, 2011. – 96 s.

Попова О.Н.

Кандидат технических наук, доцент,

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии

МЕЖФЕРМЕРСКАЯ КООПЕРАЦИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНИКИ

Аннотация

В статье рассмотрены теоретические аспекты межфермерской кооперации, раскрыто технологическое содержание межфермерской кооперации при использовании сельскохозяйственной техники

Ключевые слова: фермерские хозяйства, кооперация, сельскохозяйственная техника

Popova O.N.

PhD of Technical Sciences, associate professor, All-Russian research Institute for use of equipment and products in agriculture

INTER-FARM CO-OPERATIVES UNDER THE USE OF TECHNOLOGY

Abstract

The article considers the theoretical aspects for inter-farm cooperation, revealed technological content for inter-farm cooperation in the use of agricultural machinery

Keywords: farms, cooperatives, agricultural machinery

Рассматривая проблемы межфермерской кооперации и, в частности при использовании техники, большинство исследователей акцентирует основное внимание на ее эффективности, предопределяемую сокращением количества машин и механизмов, необходимых каждому из фермеров. Указанный тезис не подлежит сомнению [1-12]. Однако, положительное влияние межфермерской кооперации только этим не ограничивается. Так, при совместном использовании машин появляется реальная возможность перейти от последовательного метода выполнения сочлененных технологических операций к параллельному. При этом, вполне очевидно, в зависимости от принятого метода будет или сокращаться календарная продолжительность проведения сочлененных технологических операций, при неизменном общем объеме работ, или будет увеличиваться объем выполненных отдельных полевых механизированных работ, входящих в технологический цикл, проводящихся в рамках агротехнического срока. Продолжительность выполнения цикла сочлененных технологических операций последовательным методом можно определить из зависимости:

$$D = \sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n \frac{F}{Wc_i}, \quad (1)$$

где D - продолжительность выполнения цикла технологических операций, дн; Wc_i - производительность i -того агрегата при последовательном методе выполнения работ, га/дн; D_i - продолжительность выполнения i -той операции, дн; F - объем работ, выполняемый агрегатами последовательным методом, га; n - количество агрегатов, занятых на выполнении работ.

Важно отметить, что за счет специализации фермеров при выполнении однотипных полевых механизированных работ производительность машинно-тракторных агрегатов повышается на величину α_i , равную:

$$\alpha_i = \frac{Wnc_i}{Wc_i}, \quad (2)$$

где Wnc_i - производительность i -того агрегата при работе параллельным методом, га/дн; α_i - коэффициент изменения производительности i -того агрегата.

Тогда объем работ, который можно выполнить в тот же срок, работая параллельным методом, составит: $F_1 = D \cdot Wc$, где $Wc = \min \{Wnc_1, \dots, Wnc_n\}$.

Таким образом, переход от последовательного метода выполнения работ к параллельному позволяет увеличить наработку агрегатов за счет увеличения объемов работ, выполненных ими в тот же срок:

$$\beta = \frac{F_1}{F} = \frac{D \cdot Wc}{D_i \cdot Wc_i}, \quad (3)$$

где β - степень увеличения наработки.

Но при этом агрегаты, имеющие производительность $Wnc_i > Wc$, будут загружены не полностью, и их резерв по наработке (R_i) составит:

$$R_i = D \cdot (Wnc_i - Wc) \quad (4)$$

Поэтому степень увеличения наработки каждого отдельного агрегата с учетом резерва, то есть при полной его загрузке, определится из зависимости:

$$\beta_i = \frac{F_1 + R_i}{F} = \frac{D \cdot Wc_i \cdot \alpha_i}{D_i \cdot Wc_i} = \frac{D \cdot \alpha_i}{D_i} \quad (5)$$

где β_i - степень увеличения наработки i -того агрегата при полной его загрузке.

Кроме того следует учесть, что при проведении цикла работ последовательным методом, даже в рамках агротехнического срока, неминуемы потери урожая из-за нарушения агротехнических требований к временным разрывам между отдельными технологическими операциями.

Потери для i -той операции можно записать в следующем виде:

$$P_i = Kn_i \cdot U_{\max} \cdot Cn \cdot \sum_{j=1}^i D_{j-1} \quad (6)$$

где P_i - потери урожая из-за запаздывания начала проведения i -той операции, руб/га; Kn_i - коэффициент потерь урожая для i -той операции, 1/дн; U_{\max} - значение урожайности, соответствующее выполнению работ в оптимальный срок, т/га; Cn - цена реализации продукции, руб/т.

При выполнении технологических операций параллельным методом организация работ позволяет избежать нарушений агротехнических требований и, следовательно, можно принять, что $P_i = 0$.

Таким образом, учитывая вышеперечисленные посылки, затраты на проведение i -той технологической операции последовательным методом, из расчета на единицу площади, запишутся в виде:

$$Z_i = \frac{A_i}{F} + B_i + Kn_i \cdot U_{\max} \cdot Cn \cdot \frac{F}{Wc_i} + P_i, \quad (7)$$

где A_i - величина амортизационных отчислений для i -того агрегата, отнесенная на выполнение данной технологической операции, руб.; B_i - условно пропорциональные затраты на ТСМ, ремонт и техническое обслуживание i -того агрегата, руб.

Затраты на проведение той же технологической операции параллельным методом составят:

$$Z_{1i} = \frac{A_i}{F_1} + B_i + Kn_i \cdot U_{\max} \cdot Cn \cdot D \quad (8)$$

Учитывая (3), что $F_1 = \beta \cdot F$, $D = F / Wc$, равенство (8) примет вид:

$$Z_{1i} = \frac{A_i}{\beta \cdot F} + B_i + Kn_i \cdot U_{\max} \cdot Cn \cdot \frac{\beta \cdot F}{Wc} \quad (9)$$

Тогда преимущество параллельного метода выполнения работ над последовательным аналитически можно записать следующим образом:

$$\mathcal{E}_i = Z_i - Z_{1i} \text{ или}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{A_i}{F} \cdot \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) - Kn_i \cdot U_{\max} \cdot Cn \cdot F \cdot \left(\frac{\beta}{Wc} - \frac{1}{Wc_i}\right) + P_i \quad (10)$$

Переход к параллельному методу будет иметь смысл только в том случае, если

$$\mathcal{E}_i = Z_i - Z_{1i} > 0 \quad (11)$$

А это возможно, если степень увеличения наработки на агрегаты будет находиться в пределах $\beta_{\min} < \beta < \beta_{\max}$

Определим оптимальное значение β_{opt} :

$$\beta_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{A_i \cdot Wc}{Kn_i \cdot U_{\max} \cdot Cn \cdot F^2}}, \quad (12)$$

где β_{opt} - оптимальный предел увеличения нагрузки на агрегат при использовании его несколькими фермерами.

Но, как указывалось выше, при проведении работ параллельным методом агрегат имеет еще и резерв по наработке. Рассмотрим вариант, предусматривающий полную загрузку агрегатов. Тогда, целесообразность выполнения всего цикла сочлененных технологических операций составит:

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i = \frac{1}{F} \cdot \sum_{i=1}^n \left(A_i - \frac{A_i}{\beta_i} \right) - U_{\max} \cdot Cn \cdot F \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{Kn_i \cdot (\beta_i - \alpha_i)}{\alpha_i \cdot Wc_i} \right) + \sum_{i=1}^n P_i \quad (13)$$

Таким образом, переход на параллельный метод выполнения цикла сочлененных технологических операций позволяет снизить затраты на величину \mathcal{E} за счет увеличения объемов работ (при неизменном сроке их выполнения) в β раз, увеличения производительности агрегата в α_i раз и наработки на агрегат в β_i раз.

Литература

1. Концепция эффективного использования сельскохозяйственной техники в рыночных условиях/Черепанов С.С. и др.-М.: ГОСНИТИ, 1993. -62 с.
2. Сазонова Д.Д. Экономические показатели деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств//Экономика сельского хозяйства России. -1999.-№10. -с.6.
3. Справочник фермера / Кузьмин В.Н., Никитин А.В. и др. – М., 2013
4. Никитин А.В. и др. Учет и налогообложение в фермерских хозяйствах -Мичуринск, 2013. -54с.
5. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Аллокативная эффективность использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах//Экономика: вчера, сегодня, завтра. -2013. -№3-4. -с.33-54
6. Теория и практика использования техники в крестьянских хозяйствах / О.Н.Попова и др. – Тамбов: ВИИТиН, 1996. – 66с.
7. Сазонов С.Н., Попова О.Н. и др. Структура времени использования техники в крестьянских (фермерских) хозяйствах//Механизация и электрификация сельского хозяйства. -1996. -№8. -С.21-23.
8. Сазонов С.Н., Попова О.Н. и др. Обеспечение нефтепродуктами фермерских хозяйств//Наука в центральной России. -2013. - №1. -С.44-50
9. Руденко Н.Р., Солопов В.А. Особенности управления региональным аграрным сектором АПК//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. -2011. -№2. -С.88-91.
10. Сазонов С.Н., Попова О.Н., Сазонова Д.Д. Рекомендации по определению парка машин и оборудования в крестьянских (фермерских) хозяйствах растениеводческого направления - М., 1999. -44 с.
11. Russia's Agriculture in Transition / Lerman Z., Epstein D., Shagaida N. . et al.-Lanham, 2008. -387P.
12. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д., Попова О.Н. Оснащенность фермерских хозяйств техникой//Наука в центральной России. - 2013.-№5.-с.4-11

References

1. Konceptcija jeffektivnogo ispol'zovanija sel'skohozjajstvennoj tehniki v rynochnyh uslovijah/Cherepanov S.S. i dr.-M.: GOSNITI, 1993. -62 s.
2. Sazonova D.D. Jekonomicheskie pokazateli dejatel'nosti krest'janskih (fermerskih) hozjajstv//Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii. -1999.-№10. -s.6.
3. Spravochnik fermera / Kuz'min V.N., Nikitin A.V. i dr. - M., 2013
4. Nikitin A.V. i dr. Uchet i nalogoblozhenie v fermerskih hozjajstvah -Michurinsk, 2013. -54s.
5. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Allokativnaja jeffektivnost' ispol'zovanija proizvodstvennyh resursov v fermerskih hozjajstvah//Jekonomika: vchera, segodnja, zavtra. -2013. -№3-4. -s.33-54
6. Teorija i praktika ispol'zovanija tehniki v krest'janskih hozjajstvah / O.N.Popova i dr. - Tambov: VIITiN, 1996. - 66s.
7. Sazonov S.N., Popova O.N. i dr. Struktura vremeni ispol'zovanija tehniki v krest'janskih (fermerskih) hozjajstvah//Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. -1996. -№8. -S.21-23.
8. Sazonov S.N., Popova O.N. i dr. Obespechenie nefteproduktami fermerskih hozjajstv//Nauka v central'noj Rossii. -2013. -№1. -S.44-50
9. Rudenko N.R., Solopov V.A. Osobennosti upravlenija regional'nym agrarnym sektorom APK//Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. -2011. -№2. -S.88-91.
10. Sazonov S.N., Popova O.N., Sazonova D.D. Rekomendacii po opredeleniju parka mashin i oborudovanija v krest'janskih (fermerskih) hozjajstvah rastenievodcheskogo napravlenija - M., 1999. -44 s.
11. Russia's Agriculture in Transition / Lerman Z., Epstein D., Shagaida N. . et al.-Lanham, 2008. -387P.
12. Sazonov S.N., Sazonova D.D., Popova O.N. Osnashhennost' fermerskih hozjajstv tehnikoj//Nauka v central'noj Rossii. -2013.-№5.-s.4-11

Рунковский В.В.¹, Кумпан В.Н.²

¹Магистрант агротехнологического факультета, ²Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина

ЗИМОСТОЙКОСТЬ СОРТОВ ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье рассмотрена зимостойкость сортов винограда в условиях южной лесостепи омской области. Исследования проводились на территории опытного поля ОмГАУ им. П.А. Столыпина.

Ключевые слова: виноград, сорт, зимостойкость

Runkovsky V.B.¹, Kumpan V.N.²

¹Magistrant agrotechnological faculty, ²the Candidate of agricultural sciences, the Associate professor, Omsk state agrarian university named after P.A. Stolypin

WINTER HARDINESS OF GRAPE VARIETIES IN THE SOUTH FOREST-STEPPE OF THE OMSK REGION

Abstract

In article the winter hardiness of grape varieties in the South forest-steppe of the Omsk region. Studies were carried out in the experimental field Is named. P. A. Stolypin.

Keywords: grape, cultivar, winterhardiness

Один из важных производственно-биологических свойств растений, определяющих их распространение и производственное значение, является их зимостойкость, то есть комплексная устойчивость растений против неблагоприятных условий зимовки. Результаты перезимовки растений часто зависят не только от суровых зим, но и от погодных условий лета и осени, степени соответствия биологических особенностей сорта условиям выращивания, а так же от физического состояния растений накопления запасных питательных веществ и их обмена, прохождения процесса закалывания, периода покоя и других факторов [2].

Цель исследований - определение зимостойкости сортов винограда в траншейной культуре в условиях Западной Сибири. Исследования проводились в 2012-2014 гг. на учебно-опытном поле ОмГАУ на коллекционном участке, заложенном в 2002 году. Посадка винограда проведена в траншеи шириной 60 см, с начальной глубиной 80, а после засыпки дренажного слоя и удобренной почвы- 25-30 см.

После укрытия лозы на зиму нужно обязательно провести влагозарядковый (корнесберегающий) полив под зиму. Полить обильно, промачивать корнеобитаемый слой почвы [3].

Объекты исследований - сорта винограда: Алешенькин, Космонавт, Элегант, Память Домбковской, Коринка Русская, Ризамат, Кара Узюм, Дружба.

Зимостойкость в условиях южной лесостепи Омской области является решающим фактором. Учет степени подмерзания сортов винограда проводим в I декаде мая, данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зимостойкость сортов винограда в процентах

Сорт	Количество развившихся глазков			В среднем за 3 года
	2012 г	2013 г	2014 г	
Алешенькин	51	72	31	51,3
Космонавт	36	54	59	49,7
Элегант	59	68	40	55,7
Память Домбковской	41	56	11	36,0
Коринка Русская	59	76	0	45,0
Ризамат	40	63	14	39,0
Кара Узюм	43	72	33	49,3
Дружба	47	66	43	52,0

Данные таблицы показывают, что количество развившихся глазков сильно зависит от наследственных свойств сорта. Кроме того, на результаты перезимовки винограда оказали влияние не только морозность зим, но и резкие колебания температур от низких минусовых до положительных в период отсутствия или небольшого снежного покрова в начале зимы.

Зима 2011/2012 года была умеренно холодной с недобором осадков, среднемесячная температура воздуха в январе составила -19,8°C, на -2,3°C ниже нормы. Поэтому, количество глазков образовавшихся побеги варьирует от 36% (Космонавт), до 59% (Элегант, Коринка Русская).

Зимостойкость винограда после зимы 2012/2013 года повысилась у всех сортов в среднем на 18,9%. Погодные условия 2013 года оказали благоприятное влияние на сорта винограда. Благодаря осадкам, высота снежного покрова на испытательном участке составила выше 35 см, а это значит, что температура в траншее варьировала от 5 °C до 7 °C.

Погодные условия зимы 2014 года резко отличались от предыдущих годов. Резкие колебания низких температур в сочетании с недостаточным уровнем осадков. В целом зиму 2014 года можно охарактеризовать как малоснежную и умеренно холодную. Поэтому результаты перезимовки глазков варьируют от 0% (Коринка Русская), до 59% (Космонавт).

Анализируя состояние кустов винограда после перезимовки видно, что количество развившихся глазков сильно зависит от наследственных свойств винограда. Кроме того, на результаты перезимовки сортов винограда оказали влияние не только морозность зимы, но и резкие колебания температур от низких минусовых до положительных в период отсутствия или небольшого снежного покрова в начале зимы, что подтверждается исследованиями в условиях Западной Сибири.

В результате проведенных исследований можно выделить наиболее приспособленные сорта для выращивания в южной лесостепи Омской области – такие как Элегант, Дружба и Алешенькин имеющие показатель по количеству выживших глазков выше 50%.

Литература

1. Агроклиматический бюллетень, 2012-2014 гг.
2. Морозова Г.С. Виноградарство с основами ампелографии: Практический курс/ Г.С. Морозова. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987.- 253 с
3. Серебряков М. И. Сибирская лоза.- Омск: книжное издательство.1992.- 104 с.

References

1. Agroklimaticheskij bjulleten', 2012-2014 gg.
2. Morozova G.S. Vinogradarstvo s osnovami ampelografii: Prakticheskij kurs/ G.S. Morozova. – M.: VO «Agropromizdat», 1987.- 253 s
3. Serebrjakov M. I. Sibirskaja loza.- Omsk: knizhnoe izdatel'stvo.1992.- 104 s.

Сазонов С.Н.

Доктор технических наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии

УРОВЕНЬ ТОВАРНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Аннотация

В статье, основываясь на достоверных данных первичного учета, полученных в фермерских хозяйствах Тамбовской области в 2001-2012гг., проанализирован фактический уровень товарности фермерских хозяйств.

Ключевые слова: фермерские хозяйства, уровень товарности, зерно, подсолнечник

Sazonov S.N.

Doctor of Technical Sciences, professor,

All-Russian scientific research institute for the use of technology and oil products of the Russian Academy of Agricultural Sciences

THE LEVEL OF MERCHANTABILITY FARMS

Abstract

In article, being based on the authentic data of the primary account received in farms of the Tambov area in 2001-2012, actual level of marketability of farms is analysed

Keywords: farms, marketability level, grain, sunflower

Как свидетельствуют результаты многолетнего мониторинга деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области [1-8], за период 2001-2012 гг. уровень товарности в фермерских хозяйствах составил от 32,1% (ячмень) до 89,9% (подсолнечник) при среднем значении – 51,2% (таблица 1). Отличия в уровне товарности различных сельскохозяйственных культур вполне объяснимы. Прежде всего, существенно отличается удельный вес произведенной продукции, затрачиваемой на обеспечение фермерских хозяйств семенным фондом. Если по подсолнечнику удельный вес семян составляет в среднем 6,4%, то по ячменю и пшенице он значительно выше и составляет, соответственно, 25,6% и 31,7%.

Таблица 1 - Распределение полученной продукции в среднем обследованном фермерском хозяйстве Тамбовской области

Виды сельскохозяйственных культур		Сбор в весе после доработки, ц	Реализация, %	Внутрихозяйственное потребление					Семейное потребление, %
				всего, %	в том числе				
					арендная плата за землю		семена		
					ц	%	ц	%	
Пшеница	2001г	241,2	62,9	32,7	3,6	1,5	75,3	31,2	4,4
	2002г	299,8	63,2	33,0	17,1	5,7	81,8	27,3	3,8
	2003г	163,4	52,8	44,0	23,0	14,1	48,9	29,9	3,2
	2004г	228,3	40,7	58,0	35,6	15,6	96,8	42,4	1,3
	2005г	332,5	48,9	47,3	35,9	10,8	121,4	36,5	3,8
	2006г	373,0	51,1	42,8	18,3	4,9	141,4	37,9	6,1
	2007г	371,8	42,2	53,6	58,2	15,7	140,8	37,9	4,2
	2008г	634,9	65,5	31,7	58,7	9,2	143,0	22,5	2,8

	2009г	488,1	65,8	30,5	17,2	3,5	131,7	27,0	3,7
	2010г	241,6	44,2	54,8	35,0	35,0	97,4	40,3	1,0
	2011г	391,4	66,0	30,7	18,0	4,6	102,2	26,1	3,3
	2012г	225,8	57,1	40,1	6,4	2,8	84,2	37,3	2,8
	среднее	332,7	56,6	39,9	27,3	8,2	105,4	31,7	3,5
Ячмень	2001г	177,2	37,0	54,9	53,9	30,4	43,4	24,5	8,1
	2002г	170,8	39,3	52,1	44,2	25,9	44,7	26,2	8,6
	2003г	261,1	44,7	48,0	59,0	22,6	66,3	25,4	7,3
	2004г	301,7	36,1	55,7	92,3	30,6	75,7	25,1	8,2
	2005г	231,6	33,3	62,0	87,8	37,9	55,8	24,1	4,7
	2006г	212,2	32,5	59,5	72,1	34,0	54,1	25,5	8,0
	2007г	98,8	29,9	64,1	28,4	28,7	35,0	35,4	6,0
	2008г	168,7	47,5	48,4	37,3	22,1	44,4	26,3	4,1
	2009г	253,0	26,9	61,7	92,9	36,7	63,2	25,0	11,4
	2010г	106,1	9,0	81,7	51,0	48,1	35,6	33,6	9,4
	2011г	183,8	12,3	67,2	74,3	40,4	49,3	26,8	20,5
	2012г	227,6	23,6	60,2	92,5	40,6	44,5	19,6	16,2
	среднее	199,4	32,1	58,4	65,5	32,8	51,0	25,6	9,5
ЗЕРНО	2001г	418,4	51,9	42,1	57,5	13,7	118,7	28,4	6,0
	2002г	470,6	54,5	39,9	61,3	13,0	126,5	26,9	5,6
	2003г	424,5	47,8	46,5	82,0	19,4	115,2	27,1	5,7
	2004г	530,0	38,1	56,7	127,9	24,2	172,5	32,5	5,2
	2005г	564,1	42,5	53,3	123,7	21,9	177,2	31,4	4,2
	2006г	585,2	44,4	48,8	90,4	15,4	195,5	33,4	6,8
	2007г	470,6	39,6	55,8	86,6	18,4	175,8	37,4	4,6
	2008г	803,6	61,7	36,1	96,0	11,9	187,4	24,2	2,2
	2009г	741,1	52,5	41,2	110,1	14,9	194,9	26,3	6,3
	2010г	347,7	33,5	63,0	86,0	24,7	133,0	38,3	3,5
	2011г	575,2	48,8	42,3	92,3	16,0	151,5	26,3	8,9
	2012г	453,4	40,3	50,2	98,9	21,8	128,7	28,4	9,6
	среднее	532,0	47,5	46,8	92,7	17,4	156,4	29,4	5,7
Подсолнечник	2001г	29,4	90,1	9,2	0	0,0	2,7	9,2	0,7
	2002г	39,6	83,6	15,7	2,1	5,3	4,1	10,4	0,7
	2003г	59,5	86,4	12,8	2,4	4,0	5,2	8,8	0,8
	2004г	26,5	67,9	28,3	3,6	13,6	3,9	14,7	3,8
	2005г	39,6	84,3	13,6	1,2	3,0	4,2	10,6	2,1
	2006г	11,3	74,5	22,1	0,7	6,2	1,8	15,9	3,4
	2007г	31,6	72,2	26,2	4,8	15,1	3,5	11,1	1,6
	2008г	29,7	92,3	6,0	0,1	0,3	1,7	5,7	1,7
	2009г	49,9	94,4	4,8	0,1	0,2	2,3	4,6	0,6
	2010г	34,8	94,8	4,3	0,2	0,6	1,3	3,7	0,9
	2011г	158,5	96,3	2,6	0,5	0,3	3,6	2,3	1,1
	2012г	110,3	94,1	5,1	0,2	0,2	5,4	4,9	0,8
	среднее	51,7	89,9	8,9	1,3	2,5	3,3	6,4	1,2
Всего	2001г	447,8	54,4	40,0	57,5	12,8	121,4	27,2	5,6
	2002г	510,2	56,8	38,0	63,4	12,4	130,6	25,6	5,2
	2003г	484,0	52,6	42,3	84,4	17,5	120,4	24,8	5,1
	2004г	556,5	39,5	55,3	131,5	23,6	176,4	31,7	5,2
	2005г	603,7	45,2	50,7	124,9	20,7	181,4	30,0	4,1
	2006г	596,5	44,9	48,4	91,1	15,3	197,3	33,1	6,7
	2007г	502,2	41,7	53,9	91,4	18,2	179,3	35,7	4,4
	2008г	833,3	62,8	34,2	96,1	11,6	189,1	22,6	3,0
	2009г	791,0	55,2	38,8	110,2	13,9	197,2	24,9	6,0
	2010г	382,5	39,1	57,6	86,2	22,5	134,3	35,1	3,3
	2011г	733,7	59,1	33,7	92,8	12,6	155,1	21,1	7,2
	2012г	563,7	50,8	41,4	99,1	17,6	134,1	23,8	7,8
	среднее	583,8	51,2	43,5	94,1	16,1	159,7	27,4	5,3

Понятно, что такой необычно высокий удельный вес семян при производстве ячменя и пшеницы нельзя объяснить ни сравнительно невысокой урожайностью фермерских полей, ни нарушениями агротехники при производстве продукции. Хотя и первое, и второе – объективная реальность абсолютного большинства российских фермерских хозяйств. Действительно, порой фактический расход семян превышает агрономические нормы в 1,5 раза [9-11], но главное в ином.

Семена любой культуры после 5...6 - летнего репродукцирования существенно ухудшаются. Оптимальным считается использование в товарных посевах семян 2-4 репродукции [12], только в этом случае наиболее полно передаются наследственные качества и признаки сорта. Однако только высокой репродукции семян недостаточно, необходимо, чтобы семенной материал не имел сорных примесей, видового и сортового засорения, не был поражен болезнями и вредителями и т.д. К сожалению, фермеры не в состоянии самостоятельно обеспечивать свои хозяйства высококачественным семенным материалом [13-15].

Следовательно, необходимость приобретения высококачественных семян является объективной потребностью в абсолютном большинстве фермерских хозяйств. В результате широкое распространение получила практика, когда фермеры берут в долг у крупных сельскохозяйственных предприятий протравленные и очищенные семена и расплачиваются зерном полученного урожая из расчета один к трем. Естественно, что речь идет о семенах не выше 4-5 репродукции [2]. В редких случаях, если используются семена высоких репродукций, то при обмене соотношение увеличивается вдвое (1:6) [4-5].

Большое влияние на уровень товарности оказывает удельный вес различных видов продукции, которая идет в качестве натуральной оплаты аренды земельных долей [16]. При этом в среднем за период 2001-2012 гг. размер натуральной оплаты составил 1,7 центнеров зерна на один гектар арендуемой земли [2,16,17]. Предпочтения арендодателей вполне очевидны: их интересует фуражное зерно и, прежде всего, ячмень [2,4,5,8]. В результате, на эти цели фермерское хозяйство расходует в среднем 32,8% ячменя, тогда как пшеницы и подсолнечника лишь 8,2% и 2,5%.

Главной причиной того, что часть продукции фермер оставляет на семейное потребление, является стремление обеспечить кормом скот на личном подворье. В принципе объемы и структура продукции, используемой на эти цели, корреспондируется с количеством животных, имеющихся на подворье фермера. Общий объем продукции, используемой на внутрисемейное потребление, составил в среднем 5,3% от количества произведенной продукции. В денежном исчислении, с учетом средней стоимости реализации различных видов сельскохозяйственной продукции, это составило, например, в 2009 г. – 7,6 тыс.руб., а в 2012 г. – 24,3 тыс.руб. в расчете на одно хозяйство) [14,15].

Исходя из изложенного, очевидно, что уровень товарности фермерских хозяйств во многом предопределяется организационно-экономическими условиями их деятельности. Основными факторами, которые снижают уровень товарности фермерских хозяйств, являются, во-первых, необходимость использовать неэквивалентный обмен товарного зерна на семенной материал высоких репродукций в пропорции от 1:3 до 1:6. В результате в среднем за 2001-2012 гг. на эти цели было израсходовано 27,4% от общих объемов произведенной продукции.

Во-вторых, необходимость натуральной оплаты аренды земельных долей. С учетом того факта, что более половины фермерского землепользования – это арендованные земельные доли [2,7,17], в среднем за 2001-2012 гг. натуральные выплаты в счет арендной платы составили 16,1% от общих объемов произведенной продукции.

Литература

1. Сазонова Д.Д. Результаты деятельности КФХ // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. -2001. - № 5. -С. 44-46.
2. Сазонова Д.Д. Ретроспективный экономический анализ деятельности фермерских хозяйств -М.: МОНФ, 2007. -147с.
3. Сазонов С.Н. и др. Предпочтения фермеров при выборе каналов реализации продукции//Наука в центральной России. -2014. - №1(7). - с.25-35
4. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Товарность фермерских хозяйств и сложившиеся каналы реализации продукции//Экономика: вчера, сегодня, завтра. -2013. -№ 9-10. -С. 53-75
5. Сазонов С.Н. и др. Товарность фермерских хозяйств//Наука в центральной России. -2014. -№1 (7). -С.35-42.
6. Сазонов С.Н. и др. Обеспечение нефтепродуктами фермерских хозяйств//Наука в центральной России. -2013. -№ 1. -С. 44-50 - 25
7. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. Оценка эффективности использования производственно-технических ресурсов в фермерских хозяйствах//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.-2014.-№1.-С.96-103
8. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Фермерство на тамбовщине: состояние и тенденции развития//Социологические исследования. -2006. -№7. -С.61-70.
9. Сазонова Д.Д. и др. Первоочередные объекты производственной инфраструктуры в фермерских хозяйствах//Техника и оборудование для села. -2006. -№ 12. -С.14-16.
10. Ерохин Г.Н. и др. О надежности работы современных зерноуборочных комбайнов//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. -2013. -№6. -С.59-63
11. Ерохин Г.Н. и др. Моделирование потерь зерна за зерноуборочными комбайнами//Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. -2014. -№ 2. -С. 65-68.
12. Кузьмин В.Н. и др. Справочник фермера. – М., 2013. – 616 с.
13. Руденко Н.Р., Солопов В.А. Особенности управления региональным аграрным сектором АПК//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. -2011. -№2. -С.88-91.
14. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Оценка технической эффективности использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах // Экономика: вчера, сегодня, завтра. - 2012. - №3-4. С.108-128.
15. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Аллокативная эффективность использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах// Экономика: вчера, сегодня, завтра. - 2013. - №3-4. - С.32-53.
16. Никитин А.В. и др. Учет и налогообложение фермерских хозяйств – Мичуринск, 2013. – 54 с.
17. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. О соразмерности социальных платежей и результатов деятельности фермерских хозяйств//Человек и труд.-2013.-№7.-с.34-39

References

1. Sazonova D.D. Rezul'taty dejatel'nosti KFh //Jekonomika sel'skohozjajstvennyh i pererabatyvajushhih predpriyatij.-2001.-№ 5. -S. 44-46.
2. Sazonova D.D. Retrospektivnyj jekonomicheskij analiz dejatel'nosti fermerskih hozjajstv -M.: MONF, 2007. -147s.
3. Sazonov S.N. i dr. Predpochtenija fermerov pri vybore kanalov realizacii produkcii//Nauka v central'noj Rossii. -2014.-№1(7). -s.25-35
4. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Tovarnost' fermerskih hozjajstv i slozhivshiesja kanaly realizacii produkcii//Jekonomika: vchera, segodnja, zavtra. -2013. -№ 9-10. -S. 53-75
5. Sazonov S.N. i dr. Tovarnost' fermerskih hozjajstv//Nauka v central'noj Rossii. -2014. -№1 (7). -S.35-42.
6. Sazonov S.N. i dr. Obespechenie nefteproduktami fermerskih hozjajstv//Nauka v central'noj Rossii. -2013. -№ 1. -S. 44-50 - 25
7. Sazonov S.N., Sazonova D.D. Ocenka jeffektivnosti ispol'zovanija proizvodstvenno-tehnicheskix resursov v fermerskih hozjajstvah//Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.-2014.-№1.-S.96-103
8. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Fermerstvo na tambovshhine: sostojanie i tendencii razvitiya//Sociologicheskie issledovanija. -2006. -№7. -S.61-70.
9. Sazonova D.D. i dr. Pervoocherednye ob'ekty proizvodstvennoj infrastruktury v fermerskih hozjajstvah//Tehnika i oborudovanie dlja sela. -2006. -№ 12. -S.14-16.
10. Erohin G.N. i dr. O nadezhnosti raboty sovremennyh zernouborocznyh kombajnov//Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2013. -№6. -S.59-63
11. Erohin G.N. i dr. Modelirovanie poter' zerna za zernouborocznyimi kombajnamy//Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2014. -№ 2. -S. 65-68.
12. Kuz'min V.N. i dr. Spravochnik fermera. - M., 2013. - 616 s.
13. Rudenko N.R., Solopov V.A. Osobennosti upravlenija regional'nym agrarnym sektorom APK//Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. -2011. -№2. -S.88-91.
14. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Ocenka tehnicheskoi jeffektivnosti ispol'zovanija proizvodstvennyh resursov v fermerskih hozjajstvah // Jekonomika: vchera, segodnja, zavtra. - 2012. - №3-4. S.108-128.
15. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Allokativnaja jeffektivnost' ispol'zovanija proizvodstvennyh resursov v fermerskih hozjajstvah// Jekonomika: vchera, segodnja, zavtra. - 2013. - №3-4. - S.32-53.

16. Nikitin A.V. i dr. Uchet i nalogooblozhenie fermerskih hozjajstv - Michurinsk, 2013. - 54 s.
17. Sazonova D.D., Sazonov S.N. O sorazmernosti social'nyh platzhej i rezul'tatov dejatel'nosti fermerskih hozjajstv//Chelovek i trud.- 2013.-№7.-s.34-39

Слободяник Н.С.

Кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Всероссийский НИИ сои

ВЫВЕДЕНИЕ НОВЫХ СОРТОВ СОИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ОРИГИНАЛЬНЫХ СЕМЯН

Аннотация

В статье представлены данные о выведении новых сортов сои в процессе семеноводства, происходящем естественном переопылении и мутации. Дана характеристика сортов селекции ВНИИ сои, отмечена их устойчивость к расщеплению.

Ключевые слова: соя, сорт, селекционный процесс, расщепление, устойчивость, естественное переопыление.

Slobodyanik N.S.

Candidate of agricultural sciences,

FSBI all-Russian research Institute of soybean

BREEDING NEW VARIETIES OF SOYBEAN IN THE PRODUCTION PROCESS OF ORIGINAL SEEDS

Abstract

The article presents data on breeding new varieties of soybean seed production in the process of naturally occurring mutations and cross-pollination. The characteristic varieties of soybean breeding Institute, noted their resistance to degradation.

Keywords: soy, variety, selection process, splitting, sustainability, natural pollination.

Все сорта сои, возделываемые в Амурской области, – гибридного происхождения. Селекционный процесс от отбора элитного растения и до передачи его в Государственное сортоиспытание проходит без надлежащей пространственной изоляции от других сортов и гибридов, и достичь этого на практике нет никаких возможностей. Поэтому помимо механического засорения и появления в них выщепок, как от гибрида, происходят еще естественное переопыление и естественные мутации. По продолжительности селекционный процесс от выделения элитного растения до начала первичного семеноводства длится 7...10 лет. За это время в новом сорте накапливается много гибридов и мутантов различных поколений. Чем дольше длится период от выделения константной линии до начала первичного семеноводства, тем больше в нем накапливается нетипичных форм. Сорт, в этом случае, требует дальнейшей селекционной доработки, а выделенные при этом нетипичные формы можно использовать как родоначальники новых сортов. Используя такие популяции, В.А. Золотницкий методом индивидуального отбора вывел 6 сортов сои. Правда, он для этого использовал, сложившиеся на то время, естественные местные популяции сои. Появление новых нетипичных форм из-за расщепления возникает в результате гетерозиготности гибридного сорта, который при пересевах продолжает выщеплять особи, отличающиеся по своим морфо-биологическим особенностям от основного сорта. В зависимости от происхождения сорта и его отработанности в процессе семеноводства таких выщеплений может быть много (сорт недоработан) или совсем немного, если сорт линейный или хорошо отселектирован. Расщепление возникает также в результате образования семян при естественном переопылении.

Естественное переопыление

В природе нет абсолютных самоопылителей, даже у самых строгих из них наблюдается перекрестное опыление. Процент гибридных растений может достигать 0,2...0,5 % и больше, в зависимости от культуры и сорта. Чем ниже сортовая чистота, тем выше вероятность получения гибридного потомства в популяции. Если популяцию пересевать несколько лет подряд без браковки, а еще лучше искусственно включить туда и семена других сортов и гибридов, семена разных лет урожая, то мы получим питомник гибридов, из которого можно вести направленный отбор элитных растений, родоначальников новых будущих сортов.

Естественная мутация

Причин появления мутаций много. Это естественная радиация, условия питания, освещения, применение химических мер борьбы с сорной растительностью и защиты от вредителей и болезней и т.д. Мутанты вступают в переопыление с другими формами и вовлекают в сферу взаимодействия многие константные растения основного сорта.

Обосновывая методы ведения первичного семеноводства сои, исследователь ВНИИ сои Б.И. Ющенко пришел к выводу, что для «молодых» сортов сои обязательно применение индивидуально-семейственного отбора с двухгодичной оценкой семей в потомстве, а для сортов устоявшихся, прошедших начальный многократный жесткий отбор в семеноводстве, можно применять и массовый отбор. Это заключение подтвердил и анализ однородности сортов сои селекции ВНИИ сои в процессе ведения первичного семеноводства.

Устойчивость амурских сортов к расщеплению

Сорт сои *Смена* районирован в 1972 году. Первые годы его семеноводство, как и сорта ВНИИС 1 проводилось в лаборатории селекции сои, и данных по их константности в лаборатории семеноводства нет. По сорту *Смена*, в лаборатории семеноводства первый питомник отбора был заложен в 1990 году. Из 300 линий 13 созрели позже, а 3 расщепились на скороспелые и позднеспелые. Подобная ситуация сохранилась вплоть до снятия его с семеноводства в 2002 году.

Сорт сои *ВНИИС 1* был районирован в 1979 г. Впервые питомник по этому сорту заложен также в 1990 году. Из 300 линий – 9 созрели раньше, 7 не вызрели. Постепенное снижение наличия отклоняющихся форм продолжалось до 1998 года, а после этого практически не встречается. На сегодня это самый константный сорт из возделываемых в области.

Сорт сои *Рассвет*. Включен в реестр для использования в Амурской области в 1987 году. В этом же году был заложен питомник оценки потомств 1 года. Было высеяно 294 линии. При визуальной оценке оказалось, что сорт очень неоднороден по многим параметрам: форме куста, ветвистости, форме семян. По скороспелости 16 % линий созрело за 88 дней, 21 % – за 91 день, 22 % – за 96 дней, 21 % – за 101 день, 20 % – за 106 дней и 1 линия созрела за 114 дней. Примерно такая же закономерность проявилась и в 1988 году. Было сформировано 11 групп по морфологическим признакам и по скороспелости. Проведена трехлетняя оценка на продуктивность. Каждая из них в отдельности не соответствовала сорту *Рассвет*. Скороспелые группы уступали по урожайности, а позднеспелые превосходили его, но не превосходили по урожайности уже районированные сорта с аналогичным периодом вегетации. Из скороспелой группы сорт *Закат* был передан в Государственное сортоиспытание и в 1998 году районирован.

Сорт сои *Октябрь 70* районирован в 1993 году. Питомник оценки потомств 1 года впервые был заложен в лаборатории семеноводства ВНИИ сои в 1990 году. Количество линий – 288 штук. Из них выбраковано по итогам визуальной полевой оценки 29 линий, в том числе: 20 линий созрели на 3–5 дней позже, 5 линий расщепилось по окраске венчика цветка на белый и синий, 4 линии созрели на 5...7 дней раньше. Из оставшихся после полевой браковки – 259 линий, для посева оставлено 240, 19 линий расщепились по окраске рубчика на коричневый и светлый. Светлых в линии было от 50 до 160 семян. За 13 лет отбора наличие семян со светлым рубчиком из года в год не меняется и остается на высоком уровне – 0,20...0,25 %. Так, в 2003 году из 200 линий в 25-ти из них оказалось наличие по 1...2 растения с семенами со светлым рубчиком. При дальнейшем отборе и их размножении данное отклонение сохраняется из поколения в поколение. При оценке таких растений на продуктивность они не превышают по этому показателю основной сорт, но созревают на 3...5 дней позже и являются более высокорослыми. Высота растения составляет 65...80 см. Семена желтые, рубчик коричневый [1]. Основные показатели, по которому идет расщепление, – это более позднеспелые высокорослые формы со светлым рубчиком.

Сорт сои *Соната* районирован в 1998 году. В этом же году был заложен и питомник оценки потомств первого года. Из 396 линий 13 оказались более позднеспелыми, 206 линий расщепились. В каждой расщепленной линии оказалось по 1...3 растения отличных от оригинала по следующим признакам: выходящая верхушка, более широкий лист и позднеспелое, соцветие – кисть, светлое опушение, белая окраска венчика цветка, наличие семян с серым, а не светлым рубчиком. Кроме этого, при визуальной оценке семян было обнаружено в значительном количестве наличие белой точки на рубчике. При пересеве растения из таких семян давали наибольшее число отклоняющихся форм: скороспелость, карликовость, позднеспелость, светлое опушение и семена с серым цветом рубчика. При дальнейшей оценке полученных гибридов на продуктивность скороспелые формы уступали, а позднеспелые превосходили по продуктивности основной сорт, но не превосходили по этому показателю уже районированные скороспелые и позднеспелые сорта, и только 4 линии оставлено для оценки в конкурсном сортоиспытании в 2004 году. Они созрели в 2003 году на неделю раньше оригинала.

На пятый год жесткого отбора из 300 линий только в одной оказалось наличие растений с белым цветком, в другой – светлое опушение и в 3 линиях наличие семян с серым рубчиком.

Основной показатель, по которому идет расщепление, – это появление форм со светлым опушением и белым цветком.

Сорт сои *Гармония*. Включен в реестр по Амурской области в 2003 году. Питомник оценки потомств впервые заложен в 2002 году. Из 206 линий расщепилось 60 по окраске цветка (фиолетовая), ширине листа (широкий) и опушению (серое).

В 2003 году из 395 линий в питомнике оценки потомств первого года выбраковано 37. В 22 линиях отмечено наличие фиолетового цвета, в одной – более скороспелые формы с махровым рыжим опушением, в двух – наличие растений с бархатным светлым опушением. Основной признак, по которому идет расщепление сорта – это более позднеспелые формы с широким листом и фиолетовым цветком.

Сорт сои *Даурия*. В 1995 году был получен образец несортных семян сои из Архаринского района, которые были высеяны в питомнике исходного материала, из которых под посев в 1996 году было отобрано 116 элитных растений, условно отнесенных к скороспелой группе и 220 – условно позднеспелых. В 1997 году было высеяно 57 элитных растений в питомнике отбора и 97 линий в питомнике оценки потомств второго года. После визуального отбора для дальнейшей оценки на продуктивность было оставлено 4 линии, одна из которых и послужила родоначальником для сорта Даурия.

Сорт Даурия включен в реестр в 2003 году. Питомник оценки потомств первого года (ПОП-1 г.) был заложен в 2001 году. Из 505 линий в 23 были обнаружены отклоняющиеся формы: по ширине листа (узкий), по опушению (рыжее) и по скороспелости. В 2003 году было высеяно 300 линий. Из них расщепилось 13 по тем же признакам.

Сорт сои *Марината* был заложен в 2009 году. Из 540 линий выбраковано 90 (16,7 %). Из них вызрело раньше на 5...12 дней 6 линий; с фиолетовым цветком и более раннее созревание – 3 линии; с широким клиновидным листом, незавершенным типом роста и более позднеспелых – 48 линий; расщепилось 20 линий и созревших позже – 13 линий.

Как видно из приведенных данных, в условиях Амурской области устойчивых к расщеплению сортов нет, особенно если сорт новый и не прошедший отбора в процессе семеноводства. На протяжении более 20 лет испытания отклоняющихся линий на хозяйственность в питомниках оценки 1-го и 2-го годов и, на заключительном этапе, в сортоиспытании во ВНИИ сои получены сорта Закат, Даурия, Уркан, Бонус, Алёна, которые включены в Госреестр и допущены к использованию (табл. 1). В 2009 году эта работа была продолжена, и проводилась по схеме.

1. Отбор элитных растений из расщепившихся линий.
2. Оценка в ПОП – 1 г.
3. Оценка в ПОП – 2 г.
4. Конкурсное сортоиспытание – 3 года.
5. Государственное сортоиспытание – 2...3 года.

Таблица 1 – Характеристика сортов сои выведенных методом многократного индивидуально-семейственного отбора в процессе производства оригинальных семян (данные 2014 года)

№ п/п	Сорт	Номер авторского свидетельства	Дата приоритета	Урожайность, т/га	Продолжительность вегетации, дней	Высота растений, см
1	Закат	29515	11.01.1996	2,11	87	83
2	Даурия	35458	02.02.2001	3,12	103	80
3	Уркан	61294	21.12.2010	3,14	103	80
4	Бонус	56024	12.01.2010	3,57	112	72
5	Алёна	62790	21.12.2010	3,36	113	94

Литература

1. Технологии и комплекс машин для производства зерновых культур и сои в Амурской области: Коллективная научная монография / В.А. Тильба, В.Т. Синевская, М.М. Присяжный [и др.]. – Благовещенск: Изд-во: ООО «Агромакс-Информ», 2011. – 134 с.

References

1. Technology and machines for the production of grain kultur and soybeans in the Amur region: Collective scientific monograph / Tilba V.A., Sinegovskaya V.T. [and others]. – Blagoveshchensk: Publisher: ООО "Agromax-Inform», 2011. - 134 p.