Международная Объединенная Академия Наук

НАУКА РОССИИ: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Сборник научных трудов

**по материалам
XIII международной научной конференции**

10 февраля 2019 г.

Часть 3

Екатеринбург 2019

УДК 001.1
ББК 60

Н34

Наука России: Цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам XIII международной научно-практической конференции 10 февраля 2019 г. Часть 3 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. - 96с.

SPLN 001-000001-0403-SR
DOI 10.18411/sr-10-02-2019-3
IDSP sciencerussia-10-02-2019-3

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XIII международную научно-практическую конференцию **Наука России: Цели и задачи**

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Электронная версия сборника доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: science-russia.ru

УДК 001.1
ББК 60

SPLN 001-000001-0403-SR

<http://science-russia.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ X. МАТЕМАТИКА.....	5
Речкин Н.С., Лабунская В.И. К вопросу о моделях поведения в жизнедеятельности человека.....	5
РАЗДЕЛ XI. ФИЗИКА.....	8
Полвонов Б.З., Насиров М., Мирзаев В., Расулов В.Р. Исследование низкотемпературной фотолюминесценции кристаллов в области экситонного резонанса.....	8
РАЗДЕЛ XII. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	12
Алексеев В.А., Корсунский Н.А., Макашин В.А., Шоморова Д.И. Применение нечеткого моделирования сложных технических систем	12
РАЗДЕЛ XIII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	17
Балтрашевич В.Э. Технология разработки интеллектуальной АОС на базе списка атрибутов.....	17
Босенко А.С., Катаргин В.Н. Управление производственными расходами в кузовном ремонте легковых автомобилей	22
Гилязова К.Р., Филиппов А.Н., Зайнуллин И.И., Колясев Д.Ю., Филина О.А. Эксплуатационная диагностика элетродвигателей постоянного тока.....	25
Киреев С.О., Кадеров Х.К., Максимик А.В. Тенденции модернизации замкового соединения штангового глубинного насоса	30
Косарева-Володько О.В. Организация системы контроля технического состояния электропривода горных машин.....	32
Марасанов В.М. Оптимизация процесса дробления в щековых дробилках.....	35
Погорелов А.В., Киреев С.О., Корчагина М.В., Лебедев А.Р. Особенности конструкции поверхностного привода винтового насоса	41

РАЗДЕЛ XIV. БИОЛОГИЯ 47

Бухарова Е.В., Лужкова Н.М., Бурдуковский А.И. Эколого-биоморфологическая характеристика флоры островов Чивыркуйского залива оз. Байкал (Забайкальский национальный парк)..... 47

Гринько Н.Н. Генофонд *Lactuca sativa* ВИР как источник устойчивости к фузариозному увяданию, сопряженной с ценными хозяйственными признаками 52

Хуснетдинова К.А., Тихонова Е.Н. Азоспириллы северных болот: особенности метаболизма и стратегии выживания 58

РАЗДЕЛ XV. МЕДИЦИНА..... 63

Аксёнов В.В. Несиловые электромагнитные поля в экспериментах 63

Гудкова П.И., Даниленко В.С. Синдром гиперстимуляции яичников и методы его прогнозирования 70

Козлова О. С. Клинический случай хронической гранулематозной болезни..... 75

Мухаммад Ш.Ш.Н.М., Орозбекова Б.Т., Муйдинов Ф.Ф. Особенности клинического течения коморбидных гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (на примере г.Ош и г. Джалал-Абад Кыргызской Республики) 77

Олесов Е.Е., Глазкова Е.В., Олесова В.Н., Мартынов Д. В., Сакаева З.У. Динамика показателей стоматологического статуса у членов отряда космонавтов 82

Степанов А.Ф., Иванов А.С., Заславский Р.С., Шматов К.В., Калинина А.Н. Возможности диоксидциркониевых дентальных имплантатов по результатам экспериментально-клинических исследований..... 87

РАЗДЕЛ XVI. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ 90

Писарев Д.И., Алексеева К.А. Использование ОФ ВЭЖХ с предколоночной дериватизацией для определения глутатиона в образцах природного происхождения . 90

РАЗДЕЛ X. МАТЕМАТИКА

Речкин Н.С., Лабунская В.И.

К вопросу о моделях поведения в жизнедеятельности человека

Институт технологий (филиал) Донского государственного технического университета в г. Волгодонске Ростовской обл (Россия, Волгодонск)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-44

idsp: sciencerussia-10-02-2019-44

Аннотация

В статье рассматривается понятие модели поведения и систематизируются некоторые факторы, определяющие модель социального поведения человека, такие как нравственные нормы, правовые установки, а также менталитет как метарегулятор социальных моделей поведения.

Ключевые слова: модель поведения, нравственные нормы, модели нравственного поведения, право, менталитет.

В процессе жизнедеятельности человек использует набор моделей поведения, являющихся результатом его социализации, воспитания и собственного опыта. Социальное поведение – это совокупность человеческих поведенческих процессов, связанных с удовлетворением физических и социальных потребностей и возникающих как реакция на окружающую социальную среду.

Социальное поведение отличается устойчивыми параметрами, моделями. Модель можно считать образцом, способом стандартизации поведения индивида. Однако личность, её темперамент, своеобразие мышления, привычки, может привнести в модель поведения самобытность, своеобразие. Выбор модели поведения предполагает воспроизводство таких её вариантов, которые при повседневном общении помогают человеку быть коммуникабельным, привлекательным и расположенным к общению.

Социальные субъекты при похожих социальных ситуациях совершают поступки, сходные сочетанием характеристик. Это позволяет говорить о «моделях поведения» при решении определенных задач социальной деятельности индивида.

Приведем научные определения понятия. «Под моделью (от лат. *modulus* – мера, образец, норма) в широком смысле в науке принято понимать аналог, «заместитель» оригинала (фрагмента действительности), который при определенных условиях воспроизводит интересующие исследователя свойства оригинала». [1, с.6]

Более конкретное с точки зрения информационного аспекта дает определение модели поведения Н.Н.Моисеев: «Под моделью мы будем понимать упрощенное, если угодно, упакованное знание, несущее вполне определенную, ограниченную информацию о предмете (явлении), отражающие те или иные его отдельные свойства. Модель можно рассматривать как специальную форму кодирования информации». [2, с.7]

Поведение человека как ряд его поступков запрограммировано в процессе жизнедеятельности. Выделим некоторые факторы формирования поступков и моделей поведения. В рамках настоящей работы охарактеризуем модели человеческого поведения, определяемые нравственными и правовыми нормами, а также таким сложным образованием как менталитет.

Исследователь Разин А.В. (3, рассматривает следующие шесть моделей нравственного поведения: жертвенную, нравственную мотивацию программного характера, сострадание, благотворительность, модель справедливости, благоговение и героизм. [3]

Так, жертвенная модель основывается на избегании негативных эмоций, нравственных мучений, проистекающих от сознания невыполненного долга, оставления в

опасности, неоказания помощи. Для человека со здоровым моральным сознанием такая модель является вполне приемлемым вариантом социального поведения.

Нравственная мотивация программного характера закладывается воспитанием, ориентированным на нравственные ценности доминирующей в обществе светской и религиозной культуры. Десять заповедей христианства на тысячелетия программируют поведение групп и индивидов.

Модель сострадания основана на действии бессознательных слоёв психики: проявляя жалость к другому, человек по своей сути косвенно жалеет самого себя. Такая модель может стать основой продуктивной благотворительной деятельности.

Четвертая нравственного поведения может быть представлена как благотворительность, филантропия. Может выражаться в отдельном акте помощи или же принимать институциональный характер тогда, когда подобная деятельность поощряется обществом. Работа в благотворительных организациях для некоторых людей может стать смыслом их жизни.

Модель справедливости исходит из осознания несправедливых действий, несправедливых общественных порядков. При этом чувство справедливости подпитывается пониманием нарушения, неисполнения нравственных требований, принципов, законов, ценностей.

Благоговение и героизм как модель нравственного поведения выражается в возвышенном чувстве сопричастности. В религиозном сознании такое чувство обычно характеризуется как благоговение – это развитое до высшей степени сознание уважения и благодарности. Оно, как и другие социальные чувства человека (например, стыд), культивируется специфическими средствами морального воздействия. С формированием чувства благоговения в традиционных системах морали была связана такая добродетель, как благочестие. Природа чувства благоговения с точки зрения эмоций человека представляет страх перед богами, превращенный в чувство успокоения, связанное с тем, что все полагаемые обязанности (благодарности, послушания, жертвоприношения) выполняются нормально. Героизм как модель поведения основывается на удовлетворении высших социальных потребностей, связанных со стремлением к престижу и славе. Это наблюдается в особых профессиях, связанных с постоянным риском, который придает эмоциям, связанным с творчеством, высшую степень.

Модели нравственного поведения в обществе изменяются с течением времени, однако можно ли говорить о прогрессе морали? В ходе анализа данной проблемы Е.В.Золотухина-Аболина делает неутешительный вывод о том, что массовая мораль не стала лучше. «Если правовое регулирование мирной жизни демонстрирует нам, казалось бы, ублаговление страстей и совершенствование нравов, то малейшее отклонение за рамки мирной повседневности словно выпускает из бутылки заскучавшего там джина. Жестокость, проявляемая людьми в разного рода социальных, этнических и межкультурных конфликтах XX века ничуть не меньше, а в ряде случаев – больше, чем та, которую проявляли люди минувших столетий. И это, не смотря на гуманистическое усовершенствование законов!» [4, с.391-392]

Нормы морали никем не устанавливаются. Они возникают и складываются стихийно в процессе практической деятельности людей, получая признание со стороны тех, кто намерен ими руководствоваться: классов, социальных групп, коллективов людей, отдельных индивидов. Государство к их возникновению прямого отношения не имеет. Оно не устанавливает норм морали, хотя через право, политику, идеологию, средства массовой информации может оказывать влияние на их становление.

Говоря о моделях поведения на основе правовых норм, необходимо иметь в виду уже существующие различные формы права, такие как нормативный акт, правовой обычай, юридический прецедент, которые можно рассматривать как основу моделей поведения, сформировавшихся на правовых нормах. Нормы права возникают в результате правотворческой деятельности. Они устанавливаются или санкционируются государством.

Право – форма общественного сознания, суть которой состоит в социальной регуляции и которая выражена в социальных нормах, обеспеченных принуждением со стороны государства, в чем и заключается основное отличие права от морали». [5, с.187]

Право оценивает поведение людей с точки зрения их юридических прав и обязанностей: как возможное и должное, как правомерное и неправомерное, как законное и незаконное, как наказуемое и ненаказуемое. Мораль же оценивает поведение людей с точки зрения добра и зла, честного и бесчестного, похвального и постыдного, благородного и подлого. В этом плане требования морали оцениваются значительно выше, чем требования права, несмотря на то, что правовые нормы предусматривают за некоторые противоправные деяния весьма суровые санкции (вплоть до смертной казни). Тем не менее, например, мораль безоговорочно осуждает любые формы клеветы, обмана, нечестности, в то время как право пресекает только наиболее крайние и опасные их проявления. Или, скажем, мораль не терпит никакого антиобщественного поведения, тогда как право наказывает лишь наиболее злостные случаи таких деяний. [6, с. 44]

Модели социального поведения, сформированные на основе нравственности и права, могут иметь в основе своей и такой метарегулятор, как менталитет.

А.П.Бутенко и Ю.В.Колесниченко, основываясь на исследованиях Л.С.Выгодского, приходят к пониманию того, что менталитет имеет генетические, исторические, природно-климатические источники, они считают менталитет «кодом», определяющим поведение человека. [7]

Менталитет – «характерные особенности мышления и мирозерцания индивидов, принадлежащих к определенным социальным общностям, Существуют различные типологии менталитетов, опирающиеся на различные социокультурные основания. Одна из более масштабных типологий – это разграничение ментальностей по принципу принадлежности к макроцивилизационным формообразованиям – Востоку, Западу, Евразии и т.д». [8, с.137] При этом российская ментальность включает неприязненное отношение к суетному активизму западного образца, преимущественную интровертность культурного сознания, нехватку чувства меры и формы, которое вырабатывается веками интенсивной культурной работы.

Социальный менталитет является совокупностью осознанных и неосознанных повседневных представлений, ценностей и установок различных социальных общностей или групп, определяющих их социальное поведение».

Таким образом, организуя воспитательные мероприятия или иные воспитательные воздействия на личность и группы в процессе социализации в социальном пространстве образовательных учреждений, социальных организаций, учреждений культуры или семейных структур, следует учитывать существующие модели поведения, обусловленные принятыми и действующими в данном обществе нормами нравственности, правовыми нормами и ментальными установками.

1. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов. – Изд. 2-е, переработан и доп.- М.: Логос, 2001. – 296с.
2. Моисеев Н.Н. Математика в социальных науках // Математические методы в социологическом исследовании. – М., 1981. С. 166. / Цит. по: Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов. – М.: Логос, 2001. – 296с. С.7.
3. Разин А.В. Модели нравственного поведения. Сектор этики Института философии РАН.- Этическая мысль. - Вып. 2. - М.: ИФ РАН. 2001
4. Золотухина-Аболина Е.В. Современная этика. – М.: ИКЦ «МарТ», 2005. – 416с.
5. Волков Ю.Г., Поликарпов В.С. Человек: энциклопедический словарь. – М.: Гардарики, 1999. – 520 с.
6. Пьянов Н.А. Теория государства и права. – 2-е изд. Иркутск: Изд. ИрИ (ф) ВГУЮ (РПА Минюст РФ), 2015. – 528с.
7. Бутенко А.П, Колесниченко Ю.В. Менталитет россиян и евразийство // Социс. - №5. - 1996.
8. Бачинин В.А. Философия. Энциклопедический словарь. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2005. – 288с.

РАЗДЕЛ XI. ФИЗИКА

Полвонов Б.З., Насиров М., Мирзаев В., Расулов В.Р.
 Исследование низкотемпературной фотолюминесценции кристаллов
 в области экситонного резонанса

Ферганский политехнический институт
 (Узбекистан, Фергана)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-45

idsp: sciencerussia-10-02-2019-45

Аннотация

На основе микроскопической теории поляритонной люминесценции (ПЛ) выполнен анализ известных экспериментальных спектров низкотемпературной фотолюминесценции (НТФЛ) кристаллов $CdTe$ для экситонного резонанса $A_{n=1}$. С помощью численных расчетов получены теоретические ПЛ и обсуждается механизм формирования экситонной люминесценции.

Ключевые слова: люминесценция, поляритон, спектр, экситон, полупроводник.

Abstract

On the base of the microscopic theory polariton luminescence (PL) is executed analysis are known experimental spectrum in a low temperature photoluminescence (LTFL) of $CdTe$ crystals for $A_{n=1}$ exciton resonance. By means of the numerical calculation are received theoretical spectrums PL and is discussed mechanism of the formation of exciton luminescence.

Keywords: luminescence, polariton, spectrum, exciton, semiconductor.

В последнее время в области оптической спектроскопии полупроводников большое внимание уделяется исследованию НТФЛ кристаллов $CdTe$ с целью усовершенствования методов неразрушающего контроля и диагностики кристаллических и поликристаллических полупроводниковых структур на их основе [1-5]. При этом особую важность приобретает анализ спектров экситонной люминесценции как наиболее чувствительного и прямого метода, позволяющего получить самую достоверную информацию о дефектах полупроводникового материала. Однако до сих пор, насколько нам известно, адекватный количественный анализ НТФЛ кристаллов $CdTe$ в окрестности экситонных резонансов с учетом поляритонного эффекта и процессов затухания экситонов отсутствует. Настоящая работа посвящена восполнению этого пробела. В работе [6] была развита теория ПЛ для кристаллов типа $CdTe$ с небольшими значениями продольно-поперечного расщепления ($\omega_{LT} \leq 1.0$ мэВ). В отличие от ранних работ [7, 8] с участием авторов предложена модель формирования ПЛ полупроводниковых кристаллов типа $CdTe$, согласно которой излучающие квантовые состояния поляритонов в окрестности «бутылочного горла» заселяются за счет рассеяния поляритонов нижней ветви 1 из области $\omega \geq \omega_L$ с достаточно большими $\vec{k}$ на акустических и оптических фононах, причем в ПЛ дают вклады упруго рассеянные на примесях в сторону поверхности кристалла поляритонные волны с верхними 2 и нижними 1 дисперсионными ветвями и их интерференция в вакууме (рис.1). Теория позволяет рассчитать спектры парциальных вкладов поляритонного излучения при конечных значениях затухания $\hbar\Gamma$ механических экситонов и в случаях, когда критерии применимости кинетического уравнения Больцмана для функции распределения поляритонов нарушаются [5]. Здесь приводятся

частоты ω_L с заданной функцией распределения $f_{1\vec{k}\lambda}(z)$ в состояния $\beta=1, 2$ (рис. 1) и превращения поляритонов β на границе кристалла в фотоны вторичного излучения в вакууме. Будем учитывать когерентные рассеяния $1 \rightarrow 1'$, $1 \rightarrow 2'$ и интерференционный вклад $I_{12\lambda}^{(0)}$ в $ПЛ$ (1). Для расчета $I_{\beta s}^{(o)}(\omega, \vec{\Omega})$ при конечных значениях экситонного затухания $\hbar\Gamma$ мы воспользовались диаграммной техникой Келдыша [5] и получили

$$I_{\beta s}^{(o)}(\omega, \vec{\Omega}) = \frac{F(\omega, \vec{\Omega})}{2k_o \operatorname{Im} n_{\beta z} + L^{-1}} \left| \frac{t_{0\beta}^{(s)}}{n_{\beta z}} \right|^2, \quad \beta = 1, 2, \quad (3)$$

$$I_{12s}^{(o)}(\omega, \vec{\Omega}) = F(\omega, \vec{\Omega}) \cdot 2 \operatorname{Re} \left(\frac{1}{-ik_o(n_{1z} - n_{2z}^*) + L^{-1}} \frac{t_{01}^{(s)} \cdot (t_{02}^{(s)})^*}{n_{1z} \cdot n_{2z}^*} \right), \quad (4)$$

$$F(\omega, \vec{\Omega}) = \frac{1}{(2\pi)^3} \frac{2M^2 c \varepsilon_b \omega_{LT} \cos \theta}{\hbar \tau_{\beta 1} |(n_1^2 - n_2^2)|^2} f_1(\omega), \quad (5)$$

где $n_{\beta z} = (n_\beta^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}$ и величины $t_{0\beta}^{(s)}$ и n_β рассчитываются с учетом затухания Γ :

$$t_{0\beta}^{(s)}(\theta) = \frac{E_{\beta s}^{(t)}}{E_{\beta s}^{(i)}} = \frac{2n_{\beta z}}{(n_{0z} + \bar{n}_s) \cdot \cos \delta - i \sin \delta \cdot \left(\tilde{n}_z + \frac{n_{0z}}{\tilde{n}_z} \bar{n}_s \right)}, \quad (6)$$

где $n_{0z} = \cos \theta$, $\tilde{n}_z = \sqrt{\varepsilon_b - \sin^2 \theta}$, $\delta = \sqrt{\varepsilon_b} k_0 \ell / \tilde{n}_z$ (ℓ - толщина «мертвого слоя») и

$$\bar{n}_s = \frac{n_{1z}(\varepsilon_b - n_2^2) + n_{2z}(n_1^2 - \varepsilon_b)}{n_1^2 - n_2^2}. \quad (7)$$

Здесь комплексные показатели преломления n_β определяются формулами

$$n_\beta^2 = \frac{1}{2} \left\{ \varepsilon_b + \frac{\omega + i \frac{\Gamma}{2} - \omega_0}{\omega_M} - (-1)^\beta \left[\left(\varepsilon_b - \frac{\omega + i \frac{\Gamma}{2} - \omega_0}{\omega_M} \right)^2 + \frac{\Gamma_c^2}{4\omega_M} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}, \quad (8)$$

где $\Gamma_c = 4\sqrt{\varepsilon_b \omega_{LT} \omega_M}$ - критическое значение затухания, при котором $n_1 = n_2$ на критической частоте $\omega_c = \omega_0 + \varepsilon_b \omega_M$; $\omega_M = \hbar k_0^2 / 2M$.

Таким образом, экситонную люминесценцию в окрестности резонансной частоты ω_0 при конечных значениях затухания экситонов $\hbar\Gamma$ можно теоретически описать с помощью поляритонной модели, согласно которой экспериментально регистрируемая $ПЛ$ в вакууме рассматривается как сумма парциальных излучений отдельных поляритонных мод с учетом их интерференции.

На основе микроскопической теории $ПЛ$ и анализа теоретических спектров $НТФЛ$ кристаллов $CdTe$ предложена модель формирования $ПЛ$ полупроводниковых кристаллов типа $CdTe$ с небольшим значением продольно-поперечного расщепления ω_{LT} при конечных затуханиях $\hbar\Gamma$ механических экситонов, согласно которой излучающие квантовые состояния поляритонов в окрестности «бутылочного горла» заселяются за счет рассеяния поляритонов нижней ветви 1 из области $\omega \geq \omega_L$ с достаточно большими $\vec{k}$ на акустических и оптических фононах, причем в $ПЛ$ дают вклады упруго рассеянные на примесях в сторону поверхности кристалла поляритонные волны с верхними 2 и нижними 1 дисперсионными ветвями и их интерференция в вакууме.

Также разработан метод расчета парциальных спектров $ПЛ$ кристаллов типа $CdTe$ в окрестности экситонного резонанса $A_{n=1}$ при конечных значениях $\hbar\Gamma$ с использованием диаграммной техники Келдыша для функции Грина экситонов, справедливый и в случаях, когда нарушается критерии применимости кинетического уравнения Больцмана для функции распределения поляритонов.

Показано, что теоретический спектр $ПЛ$ кристаллов $CdTe$ в соответствие экспериментальным спектром при значениях $\hbar\Gamma < 0.6 \text{ мэВ}$ обнаруживает асимметричную дублетную тонкую структуру с максимумами в окрестностях частот ω_0 (A_0 -линия) и ω_L (A_L -линия), а при $\Gamma \geq \Gamma_c$ - синглетную линию с максимумом вблизи частоты ω_0 , причем для случаев $\Gamma \gg \Gamma_c$ контур этой линии приобретает лоренцевский вид, что отражает полное подавление поляритонного эффекта сильным экситонным затуханием.

1. Багаев В.С., Клевков Ю.В., Колосов С.А., Кривобок В.С., Онищенко Е.Е., Шепель А.А. Фотолюминесценция , выращенного при значительном отклонении от термодинамического равновесия // ФТП. - 2011. - Т. 45, вып. 7. - С. 908-915.
2. Багаев В.С., Клевков Ю.В., Колосов С.А., Кривобок В.С., Шепель А.А. Оптические и электрофизические свойства дефектов в высокочистом // ФТТ. - 2010. - Т. 52, вып. 1. - С. 37-42.
3. Парфенюк О.А., Илашук М.И., Уляницкий К.С., Фочук П.М., Стрильчук О.М., Крилюк С.П., Корбутяк Д.В. Электрофизические свойства и низкотемпературная фотолюминесценция монокристаллов , легированных Si // ФТП. - 2006. Т. 40, вып. 2. - С.148-152.
4. Разиков Т.М., Кучкаров К.М., Эргашев Б.А. Фотолюминесценция пленок теллурида кадмия различного состава , полученных химического молекулярно-пучкового осаждения // Научно-технический журнал ФерПИ - Фергана, Узбекистан. - 2011, №3. - С. 97-99.
5. Ахмадалиев Б.Ж., Полвонов Б.З., Юлдашев Н.Х. Поверхностно-радиационные моды и продольные экситоны в спектрах низкотемпературной фотолюминесценции // ФИП. -.2010. Т. 8, №3. – С. 250-258.
6. Ахмадалиев Б.Ж., Полвонов Б.З., Юлдашев Н.Х. Поляритонная люминесценция в кристаллах типа с учетом затухания экситонов. I. Теория // Научно-технический журнал ФерПИ- Фергана, Узбекистан. - 2012, №1. -С. 3-10.
7. Абдукадыров А.Г., Ивченко Е.Л., Селькин А.В., Юлдашев Н.Х. Поляритонная люминесценция в окрестности частоты продольного экситона с учетом затухания // Опт.и спектр. - 1989. Т. 67, вып 10. – С. 845-850.
8. Юлдашев Н.Х. Экситон-поляритонная люминесценция и перенос резонансного излучения в кристаллах. Фергана: «Фаргона», 2001. - 214 с.

РАЗДЕЛ XII. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Алексеев В. А., Корсунский Н. А., Макашин В. А., Шоморова Д. И.
Применение нечеткого моделирования сложных технических систем

Юго-Западный государственный университет
(Россия, Курск)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-46

idsp: sciencerussia-10-02-2019-46

Аннотация

В статье рассматривается общее понятие теории нечетких множеств и практическое применение нечеткого моделирования сложных систем при проектировании современных технологий.

Ключевые слова: теория нечетких множеств, нечеткая логика, модель, нечеткое множество, лингвистическая переменная, фуззификатор, цифровая обработка изображений, классификация сегментов изображения.

Abstract

The article discusses the general conception of fuzzy set theory and practical application of the fuzzy modeling of complex systems for the design of modern technologies.

Keywords: fuzzy set theory, fuzzy logic, model, fuzzy set, linguistic variable, fuzzifier, digital image processing, division of image segments.

Исследование окружающего мира и проектирование современных технологий невозможны без проведения разнообразных экспериментов. При этом далеко не всегда их можно провести, зачастую проведение таких экспериментов требует значительного времени, связано с риском и большими материальными издержками. В таких ситуациях используют математическое моделирование, основанное на проектировании моделей изучаемых объектов и процессов [1-3].

Основным требованием при разработке таких моделей является требование адекватности, то есть соответствие модели и изучаемого объекта по рассматриваемому явлению. Для многих технических систем и их элементов существуют точные модели, с помощью которых удастся провести процесс проектирования без обращения к эксперименту над реальным объектом. Испытание таких технических моделей необходимо, в основном, для выявления производственных дефектов и ошибок. В сложных системах, где человек играет активную роль, действует принцип несовместимости: при исследовании поведения сложной системы необходимо отказаться от высокой точности и строгости, которые характерны для простых систем, и привлекать к ее анализу подходы, которые являются приближенными к изучаемому объекту.

Неопределенность представлений человеческих знаний в разработке сложных математических моделей привели к необходимости создания теории нестрогих нечетких понятий. Основой вклад в эту теорию положил американский математик Лотфи Заде, предложив в 1965 году в своей публикации теорию нечетких множеств. Данное учение появилось в результате обобщения и переосмысления достижений в многозначной логике, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики, теории матриц, дискретной математики, теории графов, теории грамматики.

С теорией нечетких множеств связано понятие лингвистической переменной, описывающее неточное (нечеткое) отражение человеком окружающего мира.

Лингвистической переменной (linguistic variable) называется переменная, значениями которой могут быть слова или словосочетания некоторого естественного или

искусственного языка. Используя данное понятие, Лотфи Заде ввел определение нечеткого множества и описал теорию нечетких множеств, тем самым, расширив одно из базовых понятий математики – понятия множества.

Нечетким множеством (fuzzy set) $\tilde{A}$ на универсальном множестве U называется совокупность пар $(\mu_A(u), u)$, где $\mu_A(u)$ — степень принадлежности элемента $u \in U$ к нечеткому множеству $\tilde{A}$. Степень принадлежности — это число из диапазона $[0, 1]$. Чем выше степень принадлежности, тем в большей мере элемент универсального множества соответствует свойствам нечеткого множества.

В основе понятия нечеткого множества лежит представление о том, что составляющие данное множество элементы, обладающие общим свойством, могут обладать этим свойством в различной степени и, следовательно, принадлежать к данному множеству с различной степенью. Модели и методы, использующие категорию нечеткости, очень важны при количественном анализе явлений, которые раньше либо могли быть учтены только на качественном уровне, либо требовали использования весьма грубых приближенных моделей [3-5].

Теория нечетких множеств входит в раздел из теории нечеткой логики, которая наиболее близка к человеческому мышлению и естественным языкам, чем традиционные логические системы. Нечеткая логика, в основном, обеспечивает эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира, позволяющие построить модель, адекватную реальности [6, 7].

В настоящее время нечеткая логика рассматривается как наиболее успешный метод моделирования и проектирования. Системы на нечетких множествах используются в таких областях, как: медицинская диагностика, техническая диагностика, финансовый менеджмент, управление персоналом, распознавание образов, разведка ископаемых, управление компьютерными сетями, управление технологическими процессами, управление транспортом, логистика, поиск информации в Интернете, радиосвязь и телевидение.

Нечеткая логика, как модель человеческих мыслительных процессов, также используется в системе искусственного интеллекта и в технологиях поддержки принятия решений. При решении задач компьютерного зрения используются методы, основанные на свойствах и операциях над нечеткими множествами. В качестве применения нечеткой логики в алгоритмах цифровой обработки изображений рассмотрим задачу классификации цветных изображений мазков крови, воспользовавшись правилами нечеткого вывода [8-10].

Изображения препаратов крови, получаемые при проведении общеклинического обследования крови, представлены на рисунке 1.

На изображениях присутствуют различные форменные элементы крови – клетки крови. На практике при обнаружении форменных элементов крови сталкиваются с основным и типичным для медицинских приложений компьютерного зрения препятствием – большой вариабельностью изображений, с которыми приходится иметь дело.

Форменные элементы крови могут быть классифицированы по двум независимым группам признаков. К первой группе относятся цветовые показатели [8-10].

База данных микрофотографий мазков имеет библиотеку стандартных окрасов мазков, взятых из практики работы различных лабораторий. В разработанной базе данных используются шесть окрасов, приведенных на рисунке 1.

Гистограммы RGB-кодов, полученные по этим окрасам изображений мазков, приведены на рисунке 2. Каждому окрасу мазка соответствует свой блок решающих правил.

Рисунок 1. Типы окрасов мазков

Рисунок 2. Гистограммы средних RGB-кодов, полученные для окрасов изображений мазка: а) исходное изображение мазка; б) гистограмма R-канала; в) гистограмма G-канала; г) гистограмма B-канала

Так как изображения форменных элементов крови имеют неоднозначную окраску при любом типе окраса мазка, то о принадлежности сегмента изображения к определенному классу: эритроцит или лейкоцит – на основании мод RGB-кодов сегмента можно утверждать с определенной уверенностью, которая вычисляется на основе мод RGB-кодов сегмента и соответствующих нечетких решающих правил [4-7]. По гистограммам, приведенным на рисунке 2, строятся функции принадлежности, характеризующие уверенность принадлежности цветного изображения мазка периферической крови к соответствующему окрасу по данной цветной составляющей.

На рисунке 3 представлены функции принадлежности для шести окрасов по коду R , построенные на основе гистограмм.

Рисунок 3. Функции принадлежности к окрасам мазка по коду R

В соответствии с рисунком 3 определяется фузификатор, который преобразует четкое значение RGB-кода в нечеткое – уверенность в принадлежности текущего изображения мазка к определенному окрасу.

В итоге для каждого окраса запишем соответствующую нечеткую продукцию, характеризующую уверенность принадлежности текущего изображения к одному из шести окрасов.

Например, чтобы определить уверенность принадлежности текущего изображения к четвертому окрасу, необходимо записать следующую нечеткую продукцию:

$$\text{Если } \mu_4(\bar{R}) \text{ и } \mu_4(\bar{G}) \text{ и } \mu_4(\bar{B}), \text{ то } K_{y4}, \quad (1)$$

где K_{y4} – коэффициент уверенности в принадлежности цветного изображения к окрасу четыре.

В нечеткой продукции (1), как правило, в качестве нечетких операций используются нечеткие $И$.

Окончательный окрас k_0 выбирается по максимальному коэффициенту уверенности, то есть

$$k_0 = \arg \max_{k=1,6} (K_{yk}). \quad (2)$$

По построенным гистограммам формируем фузификатор для двух термов: эритроциты и лейкоциты, а затем формируем решающее правило:

$$\text{Если } \mu_3(\bar{R}) \text{ и } \mu_3(\bar{G}) \text{ и } \mu_3(\bar{B}), \text{ то } K_y = \text{эритроцит}, \quad (3)$$

$$\text{Если } \mu_4(\bar{R}) \text{ и } \mu_4(\bar{G}) \text{ и } \mu_4(\bar{B}), \text{ то } K_y = \text{лейкоцит}. \quad (4)$$

Для окончательного принятия решения снова воспользуемся

$$k_0 = \arg \max_{\xi=\text{э,л}} (K_{y\xi}). \quad (5)$$

Вывод. Разработан модуль классификации сегментов цветного изображения, построенный на основе правил нечеткого вывода, анализирующих моды RGB-кодов как всего изображения, так и конкретных сегментов. Отличительная особенность предложенного метода заключается в том, что для классификации сегментов изображения используются две базы решающих правил, первая из которых определяет

цветовой фон, к которому относится изображение, а вторая база – класс анализируемого сегмента, позволяющий определить коэффициенты уверенности в принадлежности анализируемого сегмента к одному из двух диагностируемых классов.

1. Томакова, Р.А. Гибридные методы и алгоритмы для интеллектуальных систем классификации сложноструктурируемых изображений: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.13.17/Томакова Римма Александровна. – Белгород, 2013. – 42 с.
2. Апальков, В.В. Основы моделирования цифровой обработки сигналов в среде MATLAB: учебное пособие/В.А. Апальков, Р.А. Томакова, Н.Н. Епишев. – Курск, 2015. – 137 с.
3. Белобров, А.П. Нейросетевые модели морфологических операторов для сегментации изображений медицинских сигналов/ А.П. Белобров, С.А. Борисовский, Р.А. Томакова//Известия ЮФУ. Технические науки. 2010.№8(109). – С.28-32.
4. Томакова, Р.А. Метод обработки сложноструктурируемых изображений на основе встроенных функций среды MATLAB / Р.А. Томакова, С.А. Филист // Вестник Забайкальского государственного университета. 2012. №1. – С. 3-9.
5. Томакова, Р.А. Нечеткие нейросетевые технологии для выделения сегментов с патологическими образованиями и морфологическими структурами на медицинских изображениях / Р.А. Томакова, С.А. Филист, А.А. Насер // Биомедицинская радиоэлектроника. 2012. №4. – С. 43-50.
6. Пихлап, С.П. Нечеткие нейросетевые структуры для сегментации изображений глазного дна / С.В. Пихлап, Р.А. Томакова, С.А. Филист // Вестник Воронежского государственного технологического университета. 2009. Т. 5. №4. С. 42-45.
7. Филист, С.А. Метод классификации сложноструктурируемых изображений на основе самоорганизующихся нейронных сетевых структур / С.А. Филист, Р.А. Томакова, О.В. Шаталова, А.А. Кузьмин // Радиопромышленность. 2016. №4. – С. 57-65.
8. Брежнева, А.Н. Нейросетевые модели сегментации ангиограмм глазного дна на основе анализа RGB-кодов пикселей / А.Н. Брежнева, С.А. Борисовский, Р.А. Томакова, С.А. Филист // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2010. Т. 9. №1. – С. 72.
9. Томакова, Р.А. Способ сегментации ангиограмм глазного дна на основе нейросетевого анализа RGB-кодов пикселей / Р.А. Томакова, А.Н. Брежнева, С.А. Филист // Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. №9(98). – С. 171-176.
10. Томакова, Р.А. Гибридные технологии в интеллектуальных системах идентификации лекарственных средств / Р.А. Томакова, С.А. Филист, М.В. Томаков // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014. №6. – С. 31-36.

РАЗДЕЛ XIII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Балтрашевич В.Э.

Технология разработки интеллектуальной АОС на базе списка атрибутов

*Санкт-Петербургский Государственный электротехнический университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-47

idsp: sciencerussia-10-02-2019-47

Аннотация

Рассматривается технология разработки интеллектуальной автоматизированной обучающей системы (АОС) на базе списка атрибутов. Решаемая задача разбивается на блоки, с каждым из которых связывается атрибут. Подробно представлены этапы разработки поверхностных и глубинных знаний. Особое внимание уделяется представлению графа и следа решения задачи предметной области.

Ключевые слова: Поверхностные и глубинные знания эксперта, контроль знаний обучаемого, логический вывод, представление графа

Abstract

The technology of developing an intelligent automated learning system (AOS) based on the list of attributes is considered. The solved task is divided into blocks, with each attribute associated. Details are the stages of the development of superficial and in-depth knowledge. Particular attention is paid to the representation of the graph and trace of the solution to the problem domain.

Keywords: Surface and depth knowledge of the expert, knowledge control of the trainee, logical conclusion, graph representation

Цель данной работы разработка технологии создания инструментальной АОС на базе списка атрибутов. В работе [1], на примере АОС симплекс-методу задачи линейного программирования, обосновывались преимущества создания АОС на базе списка атрибутов, перед использованием АОС, базирующихся на экспертных системах (ЭС), и сделаны первые шаги по разработке технологии разработки АОС. Отмечалось, что изучаемая задача разбивается на ряд блоков, которые связывались в процесс решения разными вариантами установки целей.

Недостатком всех разобранных методов являлось использование конкретных атрибутов (их названий) в системной части АОС при установке текущей цели, что не позволяло использовать ее как инструментальную. Под инструментальностью понимаем, что ехе-файл АОС во всех АОС один и тот же, а меняются файлы, определяющие предметную область и изучаемый метод, т.е. файлы поверхностных и глубинных знаний, и файл исходных данных для изучаемой задачи. Это фактически интеллектуальные АОС.

Модификация исполнительской системы.

Установка цели. При обработке текущего атрибута функция задания цели задает имя следующего атрибута. После обработки текущего атрибута логический вывод осуществляет удаление из стека целей текущей цели и стек останется пустым, что в свою очередь должно привести к окончанию вывода. Таким образом, функция задания цели должна поместить следующий атрибут в стек целей ниже текущего атрибута. Для этого реализована новая функция PutMainGoalNew, которая записывает новую цель в стек целей ниже текущей. Как только текущая цель будет обработана и удалена, на ее место встает новая цель и т.д. до тех пор, пока новый целевой атрибут не будет null, который не записывается в стек целей, и вывод завершается. Связь атрибутов между

собой задается в файле поверхностных знаний конструкцией next [1]. Предлагаемый блок установки новой цели логического вывода выглядит следующим образом

```
if (value <> 'нет') then

BaseZnD.PutMainGoalNew(pItem.NextGoal_1,BaseZnD.GoalList);
    if (value = 'нет') then

BaseZnD.PutMainGoalNew(pItem.NextGoal_2,BaseZnD.GoalList);
```

где value – выходной системный параметр – значение атрибута, полученное в результате диалога. Т.е конкретные значения атрибутов не используются и разработанная АОС становится инструментальной. Инструментальность АОС приводит к необходимости добавления в файл с поверхностными знаниями конструкции <цель>.

```
<предложение1>:=<предложение>|<цель>
<цель>:= цель<атрибут>
```

Первоначальная цель должна записываться в стек целей обычной функцией PutMainGoal, т.е. в вершину пустого стека целей.

Чередование автоматического и пошагового режима. АОС может работать в автоматическом или пошаговом режиме. Опыт показал, что целесообразно в окне «Диалог» ввести кнопку «Не знаю» (пока не знаю), которая остановит автоматический режим работы. Когда пользователь будет готов к продолжению работы, он должен иметь возможность продолжить вывод, т.е. в блоке «Логического вывода» он должен нажать кнопку «Ответ» и возможно установить флаг автоматического режима. Пользователь может использовать другие программные средства для получения ответа (например, калькулятор для пересчета элементов матрицы по разным формулам в зависимости от расположения элемента в матрице).

Работа системы без ответов пользователя. Может возникнуть ситуация, при которой пользователь не сможет дать правильный ответ, но не захочет прерывать работу. Если вспомнить, что у нас система проверяет ответы пользователя и соответственно она знает правильный ответ, можно организовать выдачу этого правильного ответа и продолжить работу. Для этого в проверяющей процедуре добавляется выходной параметр с правильным ответом **нужного** типа. В диалоговом окне запроса ответа введена кнопка «Сдаюсь», при нажатии на которую пользователь сообщает системе о невозможности правильного ответа в данный момент. При этом должен быть зафиксирован факт незнания с повышенным штрафом. В этом случае возможны два варианта продолжения работы. Во-первых, система может в виде сообщения показать пользователю значение правильного ответа нужного типа и предоставить ему возможность самому ввести правильный ответ и продолжить работу. Во-вторых, система может не показывать значение ответа, а сразу передать его блоку логического вывода и продолжить работу, а пользователь в дальнейшем может устранить пробел в своих знаниях. Для реализации этого режима в диалоговом окне получения ответа кроме кнопки «Сдаюсь» добавлен флаг «Сам», в зависимости от установки которого система либо показывает, либо не показывает ответ системы. Кроме того, правильный ответ можно поместить в стек фактов, содержимое которого пользователь сможет просмотреть.

След решения задачи. В стеке фактов хранятся значения атрибутов с «признаком записи ответа» yes, раньше в экспертной системе они использовались для ветвления при организации логического вывода (т.е. при обходе графа предметной области (ПрО)). Теперь они тоже нужны для ветвления, но как показал опыт использования сохранение их в стеке фактов, позволяет проследить ход (след) процесса решения задачи ПрО. Поэтому представляет интерес хранить в стеке фактов и значения других атрибутов, которые выдавал пользователь, и проверяла АОС. Поэтому для этих параметров **эксперт должен** поставить признак «записи ответа» yes. При этом

разнотипные ответы надо преобразовать в строковый тип и сохранить в стеке фактов. Для получения файла со следом на форме «Логический вывод» добавлена кнопка «След».

В стек фактов записывается номер проверяющей процедуры. При печати следа в файл можно использовать переводы для атрибутов. След – это разновидность объяснений.

Отметим, что АОС сама может решить задачу (при условии, что пользователь сдастся при ответе на каждый вопрос) и выдать след (протокол) решения задачи.

Теперь рассмотрим технологию разработки поверхностных и глубинных знаний.

Как мы предположили, имеется программная реализация изучаемого метода (например, симплекс-метода ЗЛП).

Шаг 1. Выявление изучаемой процедуры.

Изучаемая задача (симплекс-метод) описывается следующей процедурой (фрагмент):

```
procedure      TSimplexForm.ToolButton3Click(Sender:
TObject);
label 1;
(*Описания используемых структур данных*)
begin
1: if flag3(a, m, n)
then
begin ShowMessage('Допустимой крайней точки не
существует!');exit; end
else if not flag1(a, m, n) then
begin
ichoice(a, m, n, ii);          schoicel(a, n, ii,
s);      rchoice(a, m, n, s, r);
workmat(a, m, n, r, s, nullin, nulstl);
```

Она состоит из вспомогательных процедур:

Шаг 2. Выбираем используемые процедуры (фрагмент).

```
Function flag1(a : matrix; m : index1; n :
index2):Boolean;
Function flag3(a : matrix; m : index1; n :
index2):Boolean;
procedure workmat(var a:matrix; m:index1; n:index2;
r:index1; s:index2;
var nullin : lin; var nulstl :
stl);
procedure ichoice(a:matrix; m:index1; n:index2; var
i:index1);
procedure schoicel(a:matrix; n:index2; i:index1;
var s:index2);
procedure rchoice(a:matrix; m:index1; n, s:index2;
var r:index1);
```

Шаг 3. Каждой процедуре ставится в соответствие некий атрибут.

Напомним конструкцию для параметров языка поверхностных знаний [1]:

```
<параметры> ::= параметры <атрибут> <конец строки>
<номер процедуры> <название процедуры> <признак
типа ответа> <признак записи ответа> <конец строки>
<признак типа ответа> ::= <word> | <integer> |
<real>
<признак записи ответа> ::= <yes> | <no>
```

Пример описания атрибутов на языке эксперта (фрагмент) приведен ниже:

```
параметры крайняя
15 flag1_проверка_ответа_пользователя word yes
параметры кр_не_сущ
3 flag3_проверка_ответа_пользователя word yes
```

```

параметры i
6 ichoice_проверка_ответа_пользователя integer no
параметры s1
7 schoicel_проверка_ответа_пользователя integer no

```

Шаг 4. Для каждого атрибута (в случае необходимости) задаются параметры: вопрос, подсказка, перевод.

Структура файла поверхностных знаний описана в [1]. Для удобства его формирования разработана интерфейсная форма и соответствующая программная поддержка.

Пример описания поверхностных знаний на языке эксперта (фрагмент) приведен ниже:

```

вопрос крайняя
крайняя точка найдена (?)
вопрос кр_не_сущ
крайняя точка не существует (?)
вопрос s1
номер возможного столбца s для разрешающего
элемента=
подсказка крайняя
если все b[i]>0
подсказка кр_не_сущ
если есть строка, все элементы которой <=0
подсказка s1
значение элемента a[i,s] должно быть >0

```

Запускаться в АОС процедуры должны по номерам. Необходимо проверить работоспособность этой структуры.

Шаг 5 (вспомогательный). Вводим связующую процедуру eval_proc. (Этап подготовки и проверки глубинных знаний).

Используем только номер процедуры number и выходной параметр val.

```

(*Описания используемых структур данных*)
procedure eval_proc(number:integer; var
val:string40);
(*Описания используемых процедур*)
begin
val:='да';
case number of
15: begin if flag1(a, m, n) then val:='да'
else val:='нет'; end;
3: begin if flag3(a, m, n) then val:='да'
else val:='нет'; end;
6 : ichoice(a, m, n, ii);
7 : schoicel(a, n, ii, s);

```

Шаг 6 (вспомогательный). Составление управляющей процедуры для проверки eval_proc (временная часть исполняющей системы).

```

begin
eval_proc(20, val); // ввод
eval_proc(11, val); // matprint
33: eval_proc(3, val); // кр_не_сущ
if val='да' then begin eval_proc(16, val); exit
end // print1
else
begin
eval_proc(15, val); // flag1
if val='нет' then
begin
eval_proc(6, val); // i
eval_proc(7, val); // s1
eval_proc(8, val); // r

```

Шаг 7. Вспомогательные процедуры заменяются проверяющими процедурами с тремя дополнительными параметрами (par – проверяемый, par1 – правильный, val – результат проверки).

```

procedure eval_proc(number:integer; par:domen; var
par1:domen; var val:string40); stdcall;
procedure flag1(inp : String40;var inp1 : String40;
a : matrix; m : index1; n : index2; var Val :
String40);
procedure flag3(inp : String40;var inp1 : String40;
a : matrix; m : index1; n : index2; var Val :
String40);
procedure workmat(var a : matrix; m : index1; n :
index2; r : index1; s : index2;
var nullin : lin; var
nulstl : stl);
procedure ichoice(inp : Integer; var inp1 :
Integer; a : matrix; m : index1; n : index2;
var i : index1; var Val :
String40);

```

Заметим, что в качестве примера приведены некоторые процедуры.

Шаг 8. Окончательные глубинные знания (фрагмент).

```

(*Описания используемых структур данных*)
procedure eval_proc(number:integer; par:domen; var
par1:domen; var val:string40); stdcall;
(*Описания используемых процедур*)
begin (*eval_proc*)
  val:='да';
  case number of
    15 : flag1(par.dw,par1.dw, a, m, n, Val);
    18 : flag2(par.dw,par1.dw, a, m, n, Val);
    3 : begin
      flag3(par.dw,par1.dw, a, m, n, Val);
      if par1.dw = 'да' then
        begin ShowMessage('Допустимой
крайней точки не существует!');exit; end;
      end;

```

Заметим, что в качестве примера приведены некоторые процедуры.

Подчеркнем, что тип domen – это записи с вариантом для Delphi, или тип Variant для Qt.

Отметим, что для режима «Сдаюсь» при возможности выбора из нескольких значений проверяющая процедура выдает первый возможный вариант (при отсутствии ответа пользователя).

Шаг 9. Представление графа. (Поверхностные знания).

Граф представляется специфическим списком инцидентности, т.е. в виде трех вершин (текущей и двух следующих). При ответе обслуживающей процедуры «нет» управление передается второй вершине (третьему атрибуту). При ответе обслуживающей процедуры «не нет» управление передается первой вершине (второму атрибуту). Ответ «не нет» объясняется тем, что не все процедуры выдают «да», а при установке «признака записи ответа» в yes в файле поверхностных знаний процедуры выдают значение числового параметра, которое для записи в стек фактов преобразуются к строковому типу.

Ниже приводится описание графа решения задачи симплекс-метода (фрагмент файла поверхностных знаний).

```

next ввод matprint null
next matprint кр_не_сущ null
next кр_не_сущ печать1 крайняя
next печать1 null null

```

Заметим, что порядок записи этих инструкций произволен. В исполнительной системе АОС фактически осуществляется поиск в глубину. Конструкция *next* фактически задает упрощенные правила productions.

Шаг 10. Задание целевого (исходного) атрибута.

Для задания цели вводится конструкция «цель атрибут», которая добавляется в файл внешнего представления знаний: цель ввод.

Тем самым завершена разработка поверхностных и глубинных знаний. После чего система может быть запущена, проведена работа и получен протокол работы.

Пример фрагмента следа вывода (получен ленивым пользователем, который сдавался при ответе на любой вопрос):

```
След вывода
ввод(ввод исходных данных)=да число ошибок=0 №=20
matprint(печать матрицы)=да число ошибок=0 №=11
кр_не_сущ(допустимая крайняя точка не
существует)=нет число ошибок=15 №=3
крайняя(допустимая крайняя точка найдена)=нет число
ошибок=9 №=15
i(номер возможной строки i для разрешающего
элемента)=1 число ошибок=9 №=6
s1(номер возможного столбца для разрешающего
элемента)=1 число ошибок=6 №=7
```

Таким образом, при описании поверхностных знаний эксперт должен.

- 1.Использовать форму создания атрибутов.
2. Представить граф списком инцидентности из трех вершин.
3. Задать цель (целевой атрибут).
4. Задать значение «признака записи ответа» нужным атрибутам для организации следа решения задачи предметной области.

Разработанный программный продукт обеспечивает простую разработку АОС. Технология легко переводится на различные языки программирования.

1. Балтрашевич В.Э. Варианты разработки АОС на базе списка атрибутов// Актуальные проблемы науки XXI века: сборник статей международной исследовательской организации «Cognitio» по материалам XXIV международной научно-практической конференции г. Москва, М.: Международная исследовательская организация «Cognitio», 2017. с. 40 - 47.

Босенко А.С., Катаргин В.Н.

**Управление производственными расходами в кузовном ремонте
легковых автомобилей**

*ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-48

idsp: sciencerrussia-10-02-2019-48

В России количество ДТП остается стабильно высоким долгие годы. Сейчас после ДТП владельцы автомобилей получают выплаты по автостраховке. Выплат не всегда достаточно на полное восстановление автомобиля. Кроме того, автовладельцы стремятся сэкономить, ограничиваясь самыми необходимыми ремонтными работами. Особенно сильно после начала кризиса снизилась загрузка малярно-кузовных цехов, поскольку малярно-кузовной ремонт многие автовладельцы производят лишь тогда, когда эксплуатация автомобиля становится невозможной.

Основными факторами для автовладельца при выборе автосервиса для ремонта являются стоимость работ, доверие при ремонте, его скорость и гарантия на выполненные работы. Поэтому для того, чтобы выиграть борьбу за клиента и загрузить

малярно-кузовной цех работой, необходимо уменьшить стоимость ремонта, не потеряв высокое качество работ. [1]

При замене страховых выплат ремонтом проблема остается. Только теперь экономия на стоимости ремонта будет наиболее важна для автосервиса, тогда как автовладелец вправе требовать соблюдения стандартов качества при ремонте его автомобиля. Повышение загрузки малярно-кузовного цеха возможно осуществить с помощью определенных приемов, показанных на рис. 1.[3]

Рис. 1. Повышение загрузки малярно-кузовного цеха

Прежде всего, это сервис, ориентированный на клиента. Автовладелец не просто доставляет автомобиль в автосервис после ДТП и потом забирает его после ремонта. Автовладелец должен понимать детали предстоящего ремонта, он имеет право принимать решения о том, готов ли он экономить при ремонте своего автомобиля и на чем именно. Другими словами, автовладелец должен иметь право выбора. И этот выбор должен быть осознанным. Другой составляющей повышения качества сервиса является повышение квалификации работников автосервиса, включающее в себя обучение новым технологиям и приемам работы.

Важным способом привлечения клиентов являются кросс-продажи, когда автовладельцам предлагают дополнительные товары и услуги, которые могут не иметь прямого отношения к автомобилю, но учитывают потребности автовладельцев.

Кросс-продажи более эффективны в комплексных СТО, где есть различные цеха: цех техобслуживания, ремонта, малярно-кузовной и т.д. Речь идет, к примеру, о сезонном хранении колес, помощи на дороге, предложении подменного автомобиля, продаже дополнительного оборудования и аксессуаров, предоставлении финансово-автомобильных услуг (оформлении страховки, кредитов) и т.д.[2].

Непосредственные затраты на выполнениеремонтных малярно-кузовных работ складываются из стоимости произведенных работ, стоимости запасных частей и стоимости лакокрасочных материалов.

После существенного снижения курса рубля себестоимость запчастей, лакокрасочных и расходных материалов значительно повысилась. Поэтому в автосервисах прослеживается тенденция восстанавливать детали, а не заменять их на новые в том случае, когда восстановление дешевле замены. Например, восстанавливают сквозные повреждения пластиковых деталей, ремонтируют стекла и т.д. Локальный ремонт и покраска одной детали тоже стоят дешевле.

При невозможности восстановления детали часто меняют на неоригинальные или бывшие в употреблении, в чем большую помощь оказывают онлайн каталоги. Кроме того, автосалоны смещают основную прибыль на прибыль от выполнения ремонтных работ, а не на продажу запчастей.

Существенно увеличившаяся стоимость лакокрасочных материалов также стала занимать гораздо большую часть в затратах на ремонт автомобиля. Сокращение доли затрат ЛКМ в общих затратах малярно-кузовного цеха можно добиться двумя способами. Это переход на бюджетные материалы и повышение эффективности учета и списания ЛКМ.

Основные направления по снижению стоимости малярно-кузовных работ представлены на рис. 2.

Рис 2. Направления по снижению стоимости малярно-кузовных работ

Переход на бюджетные материалы обычно осуществляется в два этапа. На первом этапе сотрудники автосервиса оценивают эффективность применения новых материалов. Они замеряют расход ЛКМ на единицу окрашиваемой поверхности; время окраски и уровень качества ремонта. Качество должно соответствовать стандартам. При удовлетворительном результате принимается решение об использовании нового материала.

На втором этапе сотрудники автосервиса оценивают качество поддержки поставщика новых лакокрасочных материалов. Вначале оценивается эффективность технологической поддержки, которая включает обучение исполнителей работе с новыми ЛКМ и ответы на все возникающие в процессе работы вопросы. Затем оценке подвергается консультационная поддержка. При грамотной технологической и консультационной поддержке новые ЛКМ занимают ниши рынка, которые ранее принадлежали материалам премиум-сегмента.

Сегодня конкуренция на рынке ЛКМ высока, все время появляются новые материалы, меняются технологии их использования. Каждый производитель заявляет о высоком качестве и надежности своей продукции. Требуется независимая оценка их качества и сравнительный анализ по основным характеристикам: стойкость к атмосферным воздействиям, цвет, блеск, прочность и т.д. [4]

Приоритетным направлением развития кузовного производства является создание нескольких пакетов лакокрасочных материалов в соответствии с их качественными характеристиками и ценовым сегментом.

К примеру, автосервис, может предложить автовладельцу несколько пакетов услуг на выбор. Эти пакеты должны состояться, исходя из стоимости и качества материалов.

Например, материалы, включенные в пакет, можно описать как «недорогие с небольшой гарантией», «средней стоимости с более длительной гарантией» или «дорогие материалы с максимальной гарантией». Гарантия определяется качеством используемых материалов. «Пакеты» обычно хорошо продаются, особенно тем клиентам, которые ценят свое время и не жалеют денег на качественное обслуживание автомобиля.

Проанализировав основные тенденции развития рынка кузовного ремонта можно выделить ряд задач, требующих решения:

- выявить наиболее значимый перечень пакетов услуг;
- разработать методику прогнозирования ресурса ЛКП;
- сформировать принцип назначения оптимального срока гарантии на кузовной ремонт;
- предложить алгоритм взаимодействия с клиентом.

Решение такого рода задач позволит выработать ключевые конкурентные преимущества крупных предприятий автомобильного сервиса за счет привлечения новых клиентов и повышения лояльности уже существующих.

1. Головкин, А.Б. Формирование и статистическая оценка показателей качества услуг автосервиса : автореферат дис. ... канд.техн. наук / А.Б. Головкин. – Москва, 2010. – 15 с.
2. Калинин, М. А. Малярно-кузовное программирование / М.А. Калинин // Правильный автосервис. – 2015. – №127. – с. 39– 42
3. Соболевский, А. В. Кто виноват, и что делать / А.В. Соболевский // Кузов. – 2016. – №54. – с. 15– 17
4. Толмачев, И.А., Пиасто и др. Ремонтная окраска автомобилей /И.А. Толмачев. – Спб.: Химия, 1992 г. – 124 с.

Гилязова К.Р., Филиппов А.Н., Зайнуллин И.И., Колясев Д.Ю., Филина О.А.

Эксплуатационная диагностика электродвигателей постоянного тока

*Казанский Государственный Энергетический Университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-49

idsp: sciencerussia-10-02-2019-49

Аннотация

Эта статья посвящена проблеме технической диагностики на транспорте и электродвигателе постоянного тока. Для решения задачи необходим перевод качественного определения ТС на некоторую количественную основу. Формализация качественных определений является необходимым условием построения формальных (вычислимых) алгоритмов диагностики.

Ключевые слова: повышение надёжности, спектральный метод, компонент, процесс преобразования, методика, наработка, неисправность, возможные состояния.

Почему же на предприятиях так редко осуществляется контроль состояния электрических машин должным образом? Вероятно, это связано с тем, что дефекты оборудования механического характера встречаются чаще, ярче выражены и часто вообще заметны невооруженным взглядом, при этом электрические неполадки зачастую не выдают себя до фактического отказа или просто плохо поддаются диагностике без применения специализированного диагностического оборудования.

На сегодняшний день специалистами отдела технического сервиса успешно производятся работы по комплексной диагностике электрических машин с применением самого современного специализированного диагностического оборудования для контроля за состоянием, как обмоток, так и общей функциональностью и исправностью машин.

Данные работы по диагностике условно делятся на два основных этапа, в обиходе получивших названия — статических и динамических испытаний.

Под статическими испытаниями подразумевается целый комплекс испытаний и измерений, направленный на глубокое понимание состояния обмоток электрических машин, включая определение сложных в дефектовке межвитковых замыканий на ранней стадии развития.

Это становится возможным с применением диагностического оборудования SKF Baker — усовершенствованного анализатора обмоток электрических машин AWA IV. С его помощью в максимально короткое время производятся:

- измерение активного сопротивления обмотки (омического) от десятитысячных долей Ома до десятков Ом;
- измерение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции;
- измерение индекса поляризации;
- производятся различные виды высоковольтных испытаний до 12 кВ включительно;
- испытания импульсом высокого напряжения на определение межвитковых замыканий.

По сути, это мобильная переносная лаборатория, так как все тесты выполняются одним прибором. Данный полный комплекс испытаний занимает от 10 до 30 минут, при этом для подготовки электродвигателя к диагностике не требуется разборка его схемы соединения, а достаточно всего отсоединить питающий кабель с любой стороны.

В результате получаем множество параметров обмотки, говорящих о ее исправности и надежности. Ведь главный ключ к обеспечению надежности электрической машины — это хорошая изоляция обмотки, а лучший способ ее проверить — испытать высоким напряжением. По анализу формы волны из импульсного испытания определяются межвитковые замыкания до их фактического появления в эксплуатации, а это позволяет нам задолго обнаруживать дефекты, и, как следствие, прогнозировать остаточный ресурс изоляции. При этом негативное влияние самих испытаний

минимизировано за счет применения выпрямленного напряжения и сам прибор, в процессе производства испытаний контролирует состояние изоляции и при любых отклонениях снимает испытательное напряжения, тем самым не давая развития дефекту и предотвращая пробой.

Второй этап диагностики — динамическая электродиагностика — подразумевает диагностику электрической машины в работе под нагрузкой. Производится она при помощи многофункционального комплекса для on-line мониторинга SKF Baker Explorer 4000, который охватывает собой всю систему работы любой электрической машины, а это параметры питающей электрической сети, параметры функциональности и исправности самой машины, а также параметры механической нагрузки на валу.

Для начала процесса диагностики достаточно подключить к токоведущим частям питания электродвигателя переносные токовые клещи и щупы напряжения, причем это можно сделать в щите питания, и создать диагностируемый объект в базе данных прибора. Время проведения одного теста составляет от 10 секунд до нескольких минут.

При этом получаем несколько десятков параметров работы системы «Сеть-двигатель-нагрузка», а также выделяется частотный спектр потребляемого тока, позволяющие обнаруживать такие дефекты как:

- Параметры, связанные с качеством питания — дисбалансы напряжения и тока, гармонические и общие искажения сети, а также другие параметры — коэффициент мощности, разложение мощностей и полных сопротивлений по фазам и т.д.
- «Скрытые» дефекты электродвигателя — статический и динамический эксцентриситеты, неравномерность воздушного зазора, дефекты магнитопроводов статора и ротора, несимметрии магнитного поля, для

асинхронных двигателей — поломка стержня ротора, величина фактической загрузки и запас по мощности.

- Параметры и дефекты нагруженного механизма — различного рода ослабления, расцентровки, несоосности, развитые дефекты подшипников, процессы кавитации в насосах, дисбалансы и другие.

Использование этого многофункционального комплекса позволяет нам применять прогрессивный метод диагностики состояния механизмов по анализу спектра потребляемого тока машины

К динамической диагностике относятся и дополнительные исследования при помощи других приборов компании SKF, такие как обнаружение электрических разрядов на подшипниках и корпусе машины с помощью детектора разрядов TKED1 и тепловизионное обследование агрегатов и их коммутационных аппаратов с помощью тепловизионной камеры, позволяющее дополнить картину технического состояния диагностируемого объекта.

Такие комплексные исследования позволяют достаточно глубоко заглянуть в текущее техническое состояние электрической машины, а при постоянном и периодическом контроле решают задачи прогнозирования срока службы электрической машины в целом.

Так, например, на электродвигателе привода крупного насоса была проблема по постоянному выходу из строя подшипников из-за электроэрозии. С помощью детектора электрических разрядов SKF TKED1 удаётся обнаружить электрические разряды, проходящие через подшипники двигателя. При проведении динамической диагностики

были обнаружены недопустимые искажения питающей сети и импульсы напряжения на высоких частотах с выхода частотного преобразователя, питающего двигатель, что в свою очередь провоцировало прохождение тока в подшипнике.

При проведении динамической электродиагностики двигателя постоянного тока на предприятии машиностроения исследуется снятая осциллограмма. В результате были обнаружены вышедшие из строя тиристоры в возбудителе машины, что вело к постоянным сбоям в работе машины и дефектам на производственной линии. Ввелись конкретные рекомендации по ремонту выпрямителя возбудителя, после выполнения, которых, и последующей повторной диагностике, все проблемы с работой машины были успешно решены. Это предотвратило преждевременный выход из строя машины и простой оборудования, а также позволило продлить срок службы двигателя на долгие годы.

Кроме этого, когда при проведении статических испытаний обнаруживались межвитковые замыкания обмотки исключительно импульсом высокого напряжения, при этом другие средства диагностики на такой ранней стадии данный дефект определить не могли. Это говорит о том, что в эксплуатации пробоя межвитковой изоляции не происходит, но есть предпосылки для его возникновения в будущем.

Кроме этого, важно проведение обучения персонала, занятого в обслуживании электрических двигателей, работе с диагностическим оборудованием. Следует делиться опытом по организации и проведению обслуживания, ремонта и правильной технической эксплуатации электрических машин, а также обучаться современным методикам и принципам диагностирования их состояния.

1. Филина О.А., Пасечник С.В., Бикчуров И.Р. СИСТЕМА - ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА // В сборнике: МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА В XXI ВЕКЕ: ТРАДИЦИИ, ИННОВАЦИИ, ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников: в 3 частях. 2017. С. 149-150.
2. Филина О.А., Гиматдинов Ф.С., Аксаков Ф.Ф. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ РАБОТЫ ТУРБОГЕНЕРАТОРА ТГВ - 300 В УСЛОВИЯХ ТЭЦ // В сборнике: КОНЦЕПЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. С. 58-60.
3. Филина О.А., Гиматдинов Ф.С., Елисеев Б.О. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДРЕМОНТНОЙ И ПОСЛЕРЕМОНТНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ // В сборнике: НАУКА СЕГОДНЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 87-89.

Киреев С.О., Кадеров Х.К., Максимик А.В.

Тенденции модернизации замкового соединения штангового глубинного насоса

Донской Государственный Технический университет (ДГТУ)
(Россия, Ростов-на-Дону)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-50

idsp: sciencerussia-10-02-2019-50

Аннотация

В работе рассматривается конструкция замковой опоры штангового скважинного глубинного насоса. Приводятся примеры конструкций замковых опор и анализ работ по их модернизации с целью увеличения надежности и долговечности.

Ключевые слова: штанговый глубинный насос, плунжер, замковая опора, конструкция, колонна, насосно-компрессорные трубы, скважина, износ.

Введение. Добыча нефти с применением штанговых насосов (ШСН) – один самых распространённых способов добычи нефти. Это не удивительно, простота и эффективность работы сочетаются в штанговых глубинных насосах (ШГН) с высочайшей надёжностью. Более 2/3 действующих скважин используют установки с ШГН. На рисунке 1 схематично представлены станок-качалка и ШГН.

Рис. 1. Штанговая скважинная насосная установка

Целью магистерской диссертации является – усовершенствовать узел замкового соединения со штанговым глубинным насосом с учетом последних разработок в этой области.

Одной из задач диссертации является изучение существующего состояния предмета – конструкций узла замковой опоры. Для этого необходимо выполнить литературный обзор и провести патентный поиск, на основании анализа которых определить тенденции усовершенствования (модернизации) замковой опоры.

Конструкция штангового глубинного насоса

Глубинный штанговый насос (ШГН) в простейшем виде состоит из плунжера, движущегося вверх-вниз по хорошо подогнанному цилиндру. Плунжер снабжен обратным клапаном, который позволяет жидкости течь вверх, но не вниз. Обратный клапан, называемый также выкидным, в современных насосах обычно представляет собой клапан типа шар-седло. Второй клапан, всасывающий, – это шаровой клапан, расположенный внизу цилиндра, также позволяет жидкости течь вверх, но не вниз [1, 2].

По способу крепления к колонне насосно-компрессорных труб (НКТ) различают вставные (НСВ) и невставные (НСН) скважинные насосы. В данном случае нас интересует вставной вид. Вставные штанговые насосы спускают в скважину в собранном виде. Предварительно в скважину на НКТ спускается специальное замковое приспособление, а насос на штангах спускают в уже спущенные НКТ. Соответственно для смены такого насоса не требуется лишний раз производить спуск-подъем труб.

На рисунке 2 показана типовая конструкция замковой опоры ОМ.

Замковая опора предназначена для закрепления цилиндра скважинных насосов исполнений НВ1 и НВ2 в колонне насосно-компрессорных труб [2, 3].

Рис. 2. Замковая опора ОМ. 1— переводник; 2 — опорное кольцо; 3 — пружинный якорь; 4 — опорная муфта; 5 — кожух; 6 — переводник

Высокая точность изготовления поверхностей деталей опоры должна обеспечивать надежную герметичную фиксацию цилиндра насоса в насосно-компрессорных трубах на заданной глубине скважины и одновременно предотвращать искривление насоса в скважине.

Замковая опора ОМ (см. рисунок 2) состоит из переводника 1, опорного кольца 2, пружинного якоря 3, опорной муфты 4, кожуха 5 и переводников 6.

Переводник 1 имеет на верхнем конце коническую резьбу, при помощи которой опора соединяется с колонной насосно-компрессорных труб. Опорное кольцо 2 изготовляют из нержавеющей стали. Конической внутренней фаской оно сопрягается с ответной конической поверхностью конуса замка насоса и обеспечивает герметичную посадку насоса.

Пружинный якорь 3 предотвращает срыв насоса с опоры от усилий трения движущегося вверх плунжера в период запуска в работу подземного оборудования.

Рубашка, на нижний конец которой навинчен переводник, присоединяется к нижней резьбе муфты и служит для предотвращения изгиба и поперечных перемещений цилиндра при работе насоса, а также для подвешивания труб под опору [3,4].

Известен вставной скважинный штанговый насос (авторское свидетельство СССР N 538154, к F 04 В 47/00 1975 г.), содержащий рабочую пару плунжер-цилиндр, шток, который связан со штангами посредством муфты, замковую опору с опорным кольцом, установленным в корпусе, спускаемом на трубах, пружинный якорь, выполненный в виде пружины сжатия, опирающийся на опорную втулку, и посадочный конус, расположенный на насосе.

Недостатком известной конструкции вставного скважинного штангового насоса является то, что для осуществления ревизии его замковой опоры необходим подъем из

скважины колонны труб. Кроме того, при трении подвижной втулки об уплотнительное кольцо происходит потеря герметичности. Это в свою очередь снижает надежность работы устройства в целом [5].

Модернизация замковой опоры представлена в авторском свидетельстве СССР N 958697 F 04 В 47/00 1982 г. В штанговом вставном насосе, содержащем плунжер, цилиндр, замковую опору с опорным кольцом, применены пружинный якорь, опирающийся на упорную втулку упругим распорным кольцом, тонкостенная втулка со щелями, плашка с зубьями.

Недостатком данного насоса является то, что тонкостенная втулка подвергается износу из-за напряжения пружинного якоря, что может привести к срыву конуса с опорного кольца. Пружинный механизм также подвержен коррозионному износу, что приводит к ослаблению пружины. Кроме того, данная конструкция сложна в изготовлении.

Проведенный обзор выявил тенденции усовершенствования замковых опор [6].

Основные тенденции по усовершенствованию замковой опоры штангового глубинного насоса:

1. Удобство и простота установки ШСН.
2. Эксплуатационная надежность – конструкция должна обеспечивать одновременно герметизацию и фиксацию ШСН, предотвращающую срыв насоса с опоры от усилий трения движущегося вверх плунжера в период запуска в работу подземного оборудования.
3. Замковая опора должна обладать ремонтпригодностью – быть достаточно простой.

Заключение

1. В работе выполнено описание работы вставных штанговых насосов.
2. Представлено назначение замковой опоры.
3. Определены тенденции модернизации конструкций узла замковой опоры.

1. Справочная книга по добыче нефти. Под ред. д-ра техн. наук Ш.К. Гиматудинова. М., «Недра», 1974. 704 с.
2. Молчанов Г.В., Молчанов А.Г. Машины и оборудование для добычи нефти и газа. М., Недра, 1984, 492 с.
3. Ивановский, В. Н. Оборудование для добычи нефти и газа: учебное пособие для вузов. / В.Н. Ивановский. – М.: изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000г. – 392 с.
4. Молчанов, Г. В. Машины и оборудование для добычи нефти и газа: Учебник для вузов. / Г.В. Молчанов. – М.: Недра, 1984г. – 464 с.
5. Чичеров, Л. Г. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования: Учеб.пособие для ВУЗов. / Л.Г. Чичеров. – М.: Недра, 1987г. – 422 с.
6. Архипов, К. И. Справочник инженера – механика по ремонту нефтяного оборудования. / К.И. Архипов. – Альметьевск: ТатАСУнефть, 1996г. – 188 с.

Косарева-Володько О.В.

**Организация системы контроля технического состояния электропривода
горных машин**

*НИТУ МИСИС
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-51

idsp: sciencerrussia-10-02-2019-51

Аннотация

В настоящее время особую актуальность приобретает своевременное выявление неисправностей элементов электрооборудования.

При выборе показателей эксплуатации того или иного вида электросилового оборудования необходимо стремиться к минимизации их количества при необходимом и достаточном уровне каждого показателя

Задача обеспечения надежной и эффективной работы оборудования в процессе эксплуатации по назначению требует решения двух главных задач – это выбор рациональных режимных параметров в конкретных условиях эксплуатации и разработки оптимальной стратегии системы технического обслуживания и ремонта, обеспечивающей поддержание в процессе эксплуатации заданного уровня основных показателей.

Ключевые слова: надежность, электросиловое оборудование, техническое обслуживание, ремонт, отказ элемента.

Электросиловое оборудование горных машин представляет собой сложную систему, которая в процессе экскавации находится под воздействием резкопеременных динамических нагрузок, которые являются одной из причин отказов элементов системы, что приводит к простоям экскаваторов, и, как следствие, потерям производительности. Кроме того, в процессе всего периода эксплуатации, для рассматриваемой системы характерно наличие постепенного (накопительного) износа ее элементов, что предполагает проведение мероприятий технического обслуживания и ремонта, несвоевременное выполнение которых способствует возникновению отказа как конкретного элемента, так и всей системы.

С позиции эффективной эксплуатации оборудования целесообразно все требования (технологические, технические, экономические, специальные) и их показатели систематизировать по двум основным группам (табл. 1.):

- обеспечение надежности и эффективности функционирования в процессе эксплуатации;
- обеспечение качества технического обслуживания и ремонта (ТОР), монтажа на этапе эксплуатации

Таблица 1.

Требования к эксплуатации электрооборудования

Группа требований	Качественные условия требований	Основные показатели	Методы и средства обеспечения
Обеспечение надежности и эффективности в процессе эксплуатации	Уровень надежности	Вероятность безотказной работы	Анализ опыта эксплуатации
	Диапазон условий эксплуатации	Коэффициент готовности	Уровень научных, конструкторских решений
	Совершенство режимов работы	Коэффициент совершенства режимов работы	Качество изготовления
	Уровень технико-экономических показателей	Энергоемкость процессов	Квалификация обслуживающего персонала
	Уровень ремонтно- и монтажепригодности	Удельные эксплуатационные затраты	Качество системы эксплуатации технического обслуживания и ремонта
Обеспечение качества системы технического обслуживания, ремонта и монтажа на этапе эксплуатации по назначению	Предупреждение отказов	Целевая функция ТОР	Анализ основных показателей целевой функции ТОР
	Оптимизация сроков ТОР	Коэффициент технического использования оборудования	Выбор стратегии замены элементов системы оборудования
	Снижение трудоемкости	Время наработки на	Применение системы и

	процессов ТОР, монтажа и демонтажа оборудования	отказ	средств диагностики технического состояния оборудования
		Трудоемкость работ по ТОР, монтажу и демонтажу	Квалификация ремонтного персонала
		Удельные эксплуатационные затраты на ТОР и монтаж	Фирменное или централизованное выполнение работ по ТОР

В таблице 1 в каждой группе требования даны также основные качественные условия требований: основные показатели данной группы

требования, методы, средства и этапы их обеспечения и реализации.

Безусловно, количество показателей по каждой группе требований может быть значительно расширено исходя из специфики назначения и условий эксплуатации того или иного вида оборудования. Эти показатели также существенно влияют на эффективность эксплуатации, но все они косвенно учитываются таким обобщенным показателем как вероятность безотказной работы.

При этом необходимо отметить, что все приведенные в таблице 1 показатели являются интегральными и каждый из них определяется большим количеством факторов при их сложной функциональной зависимости. Так, например, энергоемкость процесса разрушения пород горной машиной зависит от геометрических параметров зубьев ковша, физико-механических свойств породы и других факторов.

Поэтому при выборе показателей эксплуатации того или иного вида электросилового оборудования необходимо стремиться к минимизации их количества при необходимом и достаточном уровне каждого показателя.

Задача обеспечения надежной и эффективной работы оборудования в процессе эксплуатации по назначению требует решения двух главных задач:

- выбора рациональных режимных параметров в конкретных условиях эксплуатации;
- разработки оптимальной стратегии системы технического обслуживания и ремонта, обеспечивающей поддержание в процессе эксплуатации заданного уровня основных показателей.

Одним из методов определения рациональной стратегии ТОР является выбор и анализ целевой функции системы технического обслуживания и ремонта, которая определяется основными показателями, приведенными в таблице 1.

Главными критериями при определении рациональной области применения электросилового оборудования являются:

- надежность функционирования;
- эффективность применения.

Эти критерии должны быть гарантированы конструктивно-техническими параметрами оборудования, обеспечивающими его основное функциональное назначение с учетом всех видов требований, предъявляемых к данному оборудованию.

Рациональные области применения электросилового оборудования определяются его техническими параметрами и конструктивно-техническими решениями, соответствующими конкретным условиям эксплуатации и специальным требованиям. Поэтому для принятия решения о рациональной области применения оборудования или его соответствия конкретным условиям, необходимо иметь характеристику его эксплуатационных данных.

Одним из важнейших способов получения данных о надежности технических устройств является сбор и статическая обработка информации об износе и отказах, произошедших в процессе эксплуатации.

Полученные данные по отказам изделий (в результате испытаний или по данным эксплуатации) подвергаются статической обработке для получения следующих результатов:

- определения вида функции плотности распределения или интегральной функции распределения;
- вычисления параметров полученного распределения;
- установления с помощью критериев согласия степени совпадения эмпирического (экспериментального) распределения с предполагаемым теоретическим распределением;
- определения параметров надежности исследуемых изделий.

Своевременное выявление неисправностей электропривода существенно повышает не только срок службы всех элементов в целом, но и позволяет снижать время простоя электрооборудования, что в свою очередь снижает экономические затраты всего предприятия.

1. Голоднов Ю.М. Контроль за состоянием трансформаторов.- М.: Издательство “Энергоатомиздат”, 1982.-153 с.
2. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К. Математический методы и теории надежности. – М.: Издательство “Наука”, 165.-524с.
3. Зайков В.И., Берлявский Г.П. Эксплуатация горных машин и оборудования.- М.: Издательство “МГУ”, 1996.257 с.
4. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надежность электрических машин.- М.: Издательство “Высшая школа”, 1988.-145 с.
5. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики. – Кн.1. – М.: Издательство —Машиностроение, 1973. – 223 с.
6. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики. – Кн.2. – М.: Издательство —Энергия,, 1981. – 319 с.

Марасанов В.М.

Оптимизация процесса дробления в щековых дробилках

(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-52

idsp: sciencerussia-10-02-2019-52

В статье на основе нового способа идентификации, предложенного автором [1], осуществлено математическое описание процесса дробления в щековых дробилках. Рассматривается скорость перемещения дробимого материала в дробящем пространстве дробилки в зависимости от формы дробящего пространства, угла наклона, величины хода и частоты качаний подвижного органа дробилки, размера разгрузочной щели, крупности продуктов дробления, сопротивления дробимого материала разрушению. Сопротивление материала разрушению определяется в результате пробного дробления и рассчитываются по формулам (1,2,3) В результате экспериментальных исследований определена зависимость производительности, потребляемой на дробление мощности и крупности продуктов дробления от выше перечисленных параметров. Полученные формулы можно применять при проектировании дробилок, комплексов дробления, а также для оптимизации и управления процессами дробления.

Основными показателями эффективности работы дробилок являются: производительность Q , степень дробления i и потребляемая на дробление мощность N . Максимальное значение производительности, потребляемая мощность, наименьшая

крупность продуктов дробления достигается при определённом сочетании величины хода, угла наклона, частоты качания подвижной органа дробилки и размера разгрузочной щели дробилки [2,3,4]. Величина максимального значения производительности, мощности потребляемой на дробление, крупность продуктов дробления определяются прочностью, структурой и крупностью подвергающейся дроблению породы.

Таким образом, возникают четыре задачи оптимизации: максимизация работы дробления при ограничении на потребляемую мощность; максимизация производительности, при ограничениях на степень дробления и потребляемую мощность; получение максимальной степени дробления, при заданной производительности и потребляемой мощности; минимизация потребляемой на дробление мощности, при ограничениях на степень дробления и производительность.

В работе приведены результаты решения поставленных задач оптимизации на основе математического описания процесса дробления в щековых дробилках с вертикальной неподвижной щекой [2].

$$Q_{\Pi} = 227 K_Q \frac{L(c + 0,5S - y)n}{\chi \varepsilon - 0,02 \sqrt{\chi \varepsilon n + 0,0008 n^2}}; \quad (1)$$

$$N = 0,03 K_N \frac{QS \sqrt{n}}{\operatorname{ctg} \alpha}; \quad (2)$$

$$i = \frac{D_{cp}}{d_{cp}} = \frac{0,55}{k_d} \frac{D_{cp} \sqrt{n(S + 0,3\alpha)}}{c}; \quad (3)$$

где $\chi = D_{cp}(C + 0,5S)^{-1}$; $\varepsilon = \operatorname{tg} \alpha S^{-1}$; Q_{Π} - производительность дробилки (равная ее пропускной способности), т/ч; N - мощность, потребляемая на дробление (без учета мощности холостого хода), кВт; i - степень дробления щековой дробилки; D_{cp} - средневзвешенный диаметр исходного материала, м; d_{cp} - средневзвешенный диаметр продуктов дробления, м; c - наименьшее расстояние между щеками на уровне разгрузочного отверстия, м; S - ход подвижной щеки на уровне разгрузочного отверстия, м; n - число качаний подвижной щеки в минуту, мин⁻¹; y - глубина рифления футеровки дробящих плит, м; L - длина разгрузочного, отверстия, м; γ - наибольший угол между плоскостями щек, град; K_Q , K_N , K_i — коэффициенты, учитывающие дробимость материала, определяются экспериментально [1]. В статье [1] в формуле (1) ошибка: в знаменателе извлекается корень квадратный из “ n ”, ошибочно продлена линия знака корня квадратного.

Максимальную производительность и степень дробления щековой дробилки можно получить при полной загрузке двигателя привода дробилки. Учитывая вышесказанное, в данной работе оптимизация режима работы дробилки осуществлена путем определения $\max Q_i$ при условии $N = N_H$.

Оптимизация выполнена на основе математического описания процесса дробления в щековых дробилках с простым качанием щеки. Нахождение оптимального режима работы щековой дробилки - типичная задача на условный экстремум, которая решается методом неопределенных множителей (методом Лагранжа) [3].

Для упрощения введены обозначения: приравнявая $k = 0,15$; $\delta = 0,02$;

$$x = 0,5S; \quad D = D_{cp}; \quad t = \operatorname{tg} \alpha; \quad a = \sqrt{x + ay}; \quad \beta = \sqrt{2Dtx(c + x)}; \quad A = Dt -$$

$$\delta an + 2\delta^2 x(c + x)n^2; \quad B = K_1 \beta + \lambda K_2 x; \quad K_1 = 351 \frac{K_Q}{K_d} LD; \quad K_2 = 36,32 \frac{L}{t} K_Q K_N;$$

составим функцию Лагранжа:

$$\Phi(c, x, n, y, \lambda) = Qi - \lambda(N_0 - N_{др}) = x(c+x)(c+x-y)n^{2/3}B(cA)^{-1} - \lambda N_0 \quad (4)$$

Приравнявая к нулю производные от Φ по c, x, n, y, λ , после некоторых упрощений получим систему пяти уравнений с пятью неизвестными c, x, n, y, λ :

$$(c^2 - x^2 + xy)Aa - cnx(c+x)(c+x-y)(2\delta^2an - \delta Dt); \quad (5)$$

$$[2(c^2 + 3x^2 + 4cx - 2xy - cy)B\beta + x(c+x)(c+x-y)(K_1 + 2\lambda\beta K_2)] \times \\ \times Aa + 2nx(c+x)(c+x-y)(c+2x)(2\delta^2na - \delta Dt)B\beta; \quad (6)$$

$$3A = 2n[4\delta^2x(c+x)n - \delta a] \quad (7)$$

$$2K_2\lambda x\beta = K_1(ac + ax - 2x - 3ay); \quad (8)$$

$$N_0cA = K_2x^2(c+x)(c+x-y)n^{3/2}. \quad (9)$$

Найдем решение этой системы, обеспечивающее максимум Qi при положительных c^*, x^*, n^*, y^* . Из уравнения (7) получим:

$$n^* = (\sqrt{13} - 1)(2\delta)^{-1} \sqrt{Dt[2x^*(c^* + x^*)]^{-1}} \quad (10)$$

С учетом этой зависимости из соотношения (5) вычислим:

$$y^* = x^* - c^*(4x^* + 3c^*)^{-1} \quad (11)$$

С помощью уравнений (10), (11) и (8) из зависимости (6) получим:

$$a(c+x)(7c-4x) = x(4x+3c).$$

Из этого соотношения видно, что

$$c^* = ex^*, \quad (12)$$

$$\text{где } e = \frac{3(1-a) + \sqrt{9 + 94a + 121a^2}}{14a} \cong 3,634. \quad (13)$$

Из уравнения (8) получим,

$$x^* = 0,0437 \sqrt{\frac{a^4(7e-4)^4 N_0^4 Dt}{k_Q^4 K_N^4 L^4 (e+1)}}. \quad (14)$$

Учитывая значения постоянных α и δ ,

$$x^* = 1,474 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{\frac{N_0 Dt^5}{K_Q^4 K_N^4 L^4}}. \quad (15)$$

Численные расчеты для некоторых типоразмеров щековых дробилок показывают, что полученное решение обеспечивает максимум произведения Qi при $N = N_0$.

Порядок определения оптимального режима следующий: на данной дробилке определяются коэффициенты K_Q, K_N, K_D по методике, приведенной в работе [1], затем по формулам (10), (11), (12), (13) и (15) последовательно вычисляются оптимальные значения параметров режима работы x^*, c^*, n^*, y^* . Если по техническим причинам оптимальные x^*, c^*, n^*, y^* установить невозможно, то необходимо принять наиболее близкие к оптимальным значения.

При анализе полученного решения выявлено, что максимум Qi получается практически при отсутствии рифления на бронях $y^* \approx 0,114$, а значения n^* выше паспортных.

Во всех задачах оптимизация осуществляется относительно параметров c, S, n, y методом неопределенных множителей Лагранжа [3].

Определим значения c, S, n, y , обеспечивающие максимум Q при ограничениях

$$N_{др}(\bar{c}, \bar{S}, \bar{n}, \bar{y}) = N_0; \quad i(\bar{c}, \bar{S}, \bar{n}, \bar{y}) = i_0, \quad (16)$$

где N_0 — некоторое, наперед заданное значение потребляемой на дробление мощности. В качестве N_0 можно принять разность между номинальной мощностью двигателя привода дробилки и мощностью холостого хода [4]; i_0 — заданное значение степени дробления.

Введём обозначения: $a = 0,15$; $b = 0,02$; $x = 0,5S$; $t = \operatorname{tg}\alpha$;

$$D = D_{\text{ср}}; K_1 = 908LK_Q; K_2 = 27,24Lt^{-1}K_QK_N; K_3 = 0, DK_d^{-1};$$

$$\alpha = \sqrt{x+ay}; \beta = \sqrt{2Dtx(c+x)}; A = Dt - b\beta n + 2b^2x(c+x)n^2; \quad (17)$$

$$B_Q = K_1c + \lambda_1 K_2 x \sqrt{n}; \quad B_N = K_1c + \lambda_3 K_2 x \sqrt{n}; B_i = \lambda_2 K_2 x \sqrt{n} + \mu_2 K_1 c.$$

Составим функцию Лагранжа

$$\Phi_Q(c, x, y, \lambda_1, \mu_1) = \frac{x(c+x)(c+x-y)n}{cA} B_Q + \mu_1 K_3 \frac{\alpha \sqrt{n}}{c} - (\lambda_1 N_0 + \mu_1 i_0), \quad (18)$$

λ_1, μ_1 - множители Лагранжа.

Приравняем к нулю производные от Φ_Q по $c, x, n, y, \lambda_1, \mu_1$ и получим систему шести нелинейных алгебраических уравнений с шестью неизвестными $c, x, n, y, \lambda_1, \mu_1$:

$$\Phi'_c = x\sqrt{n}\{[(c^2 - x^2 + xy)B_Q + K_1c(c+x)(c+x-y)]A\beta - \\ - ncx(c+x)(c+x-Y)(2b^2\beta n - bDt)B_0\} - \mu_1 K_3 a\beta A^2 = 0;$$

$$\Phi'_x = 2\alpha\sqrt{n}\{[(c^2 + 4cx + 3x^2 - cy - 2xy)B_Q + x(c+x)(c+x-y)\lambda_1 K_2 \sqrt{n}]A\beta - \\ - nx(c+x)(c+2x)(c+x-y)\sqrt{n}(2b^2\beta n - bDt)B_0\} + \mu_1 K_3 aA^2 = 0; \quad (19)$$

$$\Phi'_n = x(c+x)(c+x-y)\sqrt{n}\{\lambda_1 K_2 x A \sqrt{n} + 2B_Q[Dt - 2B^2x(c+x)n^2]\} + \mu_1 K_3 aA^2 = 0;$$

$$\Phi'_y = 2x(c+x)\alpha B_Q \sqrt{n} - \mu_1 K_3 aA = 0;$$

$$\Phi'_\lambda = K_2 x^2 (c+x)(c+x-y)n\sqrt{n} - cAN_0 = 0;$$

$$\Phi'_\mu = K_3 \alpha \sqrt{n} - ci_0 = 0.$$

Одно из решений этой системы уравнений может быть решением задачи оптимизации. Из физических соображений следует, что переменные c, x, n, y неотрицательны и находилось именно такое решение, хотя в постановке задачи этих ограничений нет. Процедура решения этой системы уравнений довольно громоздкая, поэтому сразу запишем приближенно

$$\Phi(c, x, n, \bar{\lambda}_1, \bar{\mu}_1) \leq \Phi(\bar{c}, \bar{x}, \bar{n}, \bar{y}, \bar{\lambda}_1, \bar{\mu}_1) \leq \Phi(\bar{c}, \bar{x}, \bar{n}, \bar{y}, \lambda_1, \mu_1) \quad (20)$$

(аналитическое) решение, обеспечивающее максимум Q при ограничениях (16):

$$\bar{y} = \frac{a(\bar{c} + \bar{x})(7\bar{c} + 8\bar{x}) - \bar{x}(5\bar{c} + 4\bar{x})}{2a(7\bar{c} + 6\bar{x})}; \quad (21)$$

$$\bar{n} = \frac{z}{b} \sqrt{\frac{Dt}{2\bar{x}(\bar{c} + \bar{x})}}; \quad (22)$$

$$\bar{c} = e\bar{x}; \quad (23)$$

$$\bar{x} = \frac{49ab^4 t^2 N_0^2 e^4 (2-z)^2}{4(1+a)^3 K_2^2 K_3^2 z^4}; \quad (24)$$

$$\bar{\lambda}_1 = \frac{8K_1 K_2 (1-4a-3a^2)}{K_2 i_0 (8-27a-21a^2+ae)\sqrt{x}}; \quad (25)$$

$$\mu_1 = \frac{8K_1K_3(2+3a+3a^2+ae)N_0}{K_2i_0^2(8-27a-21a^2+ae)\sqrt{x}}. \quad (26)$$

Для упрощения записи введены обозначения:

$$z \approx 1 + \frac{e+1}{e+9+8a} - \frac{4(1+a)e+1)^2}{(e+9+8a)^3}; \quad (27)$$

$$e \approx \sqrt[3]{E+G} + \sqrt{E-G}, \quad (28)$$

где:

$$E \approx 0,037H_Q^2 + 50,4H_Q + 423; G \approx 2,55H_Q\sqrt{37,8+H_Q}, \quad (29)$$

$$H_Q \approx 27475 \frac{K_N K_Q D^2 L}{K_d^2 t i_0^2 N_0} \sqrt{\frac{K_Q K_N K_d Li_0^2}{DN_0}}. \quad (30)$$

Указанное решение существует при выполнении условия

$$H_Q \geq 0,54, \quad (31)$$

означающего, что оптимизация режима работы дробилки возможна только в определенной области значений N_0 и i_0 .

Числовые расчеты показывают, что полученное решение обеспечивает существование глобальной седловой точки для функции Лагранжа, так как

$$\Phi(c, x, n, \bar{\lambda}_1, \bar{\mu}_1) \leq \Phi(\bar{c}, \bar{x}, \bar{n}, \bar{y}, \bar{\lambda}_1, \bar{\mu}_1) \leq \Phi(\bar{c}, \bar{x}, \bar{n}, \bar{y}, \lambda_1, \mu_1). \quad (32)$$

Согласно теореме Куна–Таккера, выражение (32) является необходимым и достаточным условием того, что решение, описываемое формулами (21) – (26), одновременно является решением задачи максимизации Q при ограничениях

$$N(\bar{c}, \bar{x}, \bar{n}, \bar{y}) \leq N_0; \quad i(\bar{c}, \bar{x}, \bar{n}, \bar{y}) \geq i_0; \quad \bar{c}, \bar{x}, \bar{n}, \bar{y} \geq 0. \quad (33)$$

Порядок определения оптимальных режимов следующий: задаваясь некоторыми значениями N_0 и i_0 и определив коэффициенты K_Q, K_N и K_i – для данного материала, по формуле (30) вычисляем H_Q . (если $H_Q > 0,54$, то необходимо уменьшить i_0 или увеличить N_0). Затем, по (27) (28) вычисляем e и z (расчеты показывают, что для различных дробилок и руд $z=1,3-1,6$; $e=3,5-12$; $H_Q=0,54-6$). Далее, по формулам (21) – (24) определяются оптимальные значения параметров c, x, n, y . Максимальное значение Q можно вычислить по формуле

$$\max Q \approx 0,95 \frac{ctN_0}{K_N} \sqrt[7]{\frac{DN_0}{K_Q K_N K_d^2 Li_0^2}}. \quad (34)$$

Значения $\bar{\lambda}_1$ и $\bar{\mu}_1$ можно использовать для оценки степени влияния N_0 и i_0 на значение $\max Q$.

Аналогично решается вторая задача оптимизации: определить значения $\tilde{c}, \tilde{x}, \tilde{n}, \tilde{y}$, обеспечивающие максимум степени дробления i при ограничениях

$$N(\tilde{c}, \tilde{x}, \tilde{n}, \tilde{y}) \leq N_0; \quad Q(\tilde{c}, \tilde{x}, \tilde{n}, \tilde{y}) \geq Q_0; \quad \tilde{c}, \tilde{x}, \tilde{n}, \tilde{y} \geq 0. \quad (35)$$

Функция Лагранжа для этой задачи имеет вид

$$\Phi_i(c, x, n, y, \lambda_2, \mu_2) = \frac{x(c+x)(c+x-y)n}{cA} B_i + K_2 \frac{\alpha \sqrt{n}}{c} (\lambda_2 N_0 + \mu_2 Q_0). \quad (36)$$

Решение этой задачи оптимизации по параметрам $y, n, \tilde{c}$ совпадает с решением (21), (22), (23) первой задачи.

Далее:

$$x \approx 0,0318 \frac{K_N^2 Q_0^2 z}{t^2 N_0^2 e^2} \sqrt{\frac{Dt}{e+1}}; \quad (37)$$

$$\lambda_2 \approx - \frac{66Dt}{K_d K_N Q_0^2 \sqrt{x(10+e)}}; \quad (38)$$

$$\approx 14,6 \frac{Dt N_0 (6,75+e)}{K_d K_N Q_0^2 \sqrt{x(10+e)}}. \quad (39)$$

Формулы (21), (22) и (23) справедливы и в этом случае, а формула (30) заменяется выражением

$$H_i = 0,43 \frac{K_N^2 Q_0^2}{t^2 N_0^2} \sqrt[3]{\frac{DL^2 K_N^2 K_Q^2}{t N_0^2}}. \quad (40)$$

При этом остается верным ограничение (31), т. е. $H_i \geq 0,54$. Максимальное значение i можно определить по (3), подставляя вместо c, S, n, y их оптимальные значения $\tilde{c}, x, n, y$ или по формуле

$$\max i \approx 233,4 \frac{D \sqrt{LK_Q}}{K_d \sqrt{Q_0}}. \quad (41)$$

Вычисление оптимальных значений $\hat{c}, x, n, y$, обеспечивающих минимизацию потребляемой на дробление мощности, при ограничениях

$$Q(\hat{c}, x, n, y) \geq Q_0; \quad i(\hat{c}, x, n, y) \geq i_0; \quad \hat{c}, x, n, y \geq 0; \quad (42)$$

производится как и в предыдущих задачах. Функция Лагранжа

$$\begin{aligned} \Phi_N(c, x, n, y, \lambda_3, \mu_3) = & \frac{x(c+x)(c+x-y)n}{cA} B_N + \\ & + \mu_3 K_3 \frac{\alpha \sqrt{n}}{c} - (\lambda_3 Q_0 + \mu_3 i_0). \end{aligned} \quad (43)$$

Оптимальные значения $\hat{c}, n, y$ также вычисляются по формулам (21) - (23):

$$\begin{aligned} H_N \approx & 1,1 * 10^{-5} \frac{K_d^2 Q_0^2 i_0^2}{K_Q L D^2}; e \approx \frac{3 + \sqrt{9 + 2(11 + 8\alpha)H_N}}{H_N}; \\ x \approx & 0,124 \sqrt[4]{\frac{D^3 t Q_0 (z^2 - z + 1)}{K_Q K_d^2 L e^2 (e + 1) z}}, \end{aligned} \quad (44)$$

Величина z - по формуле (27).

Оптимальное значение $N_{др}$ определяется по формуле из соотношения

$$\min N = 1,018 \frac{Q_0}{te} \sqrt[8]{\frac{K_Q K_d^2 L t e^2 z^4 i_0^2}{(e+1)Q_0}}. \quad (45)$$

Указанное решение существует, если $H_N \leq 3,7$.

Полученные решения позволяют оценить, насколько реальный режим работы щековой дробилки отличается от оптимального для избранного критерия. Можно оценить и эффективность оперативного управления одним из параметров для компенсации влияния изменения физико-механических свойств дробимого материала и т. д.

Подробное исследование полученных решений является предметом самостоятельной работы, но некоторые особенности можно отметить. Оптимальные значения c , x , n , y зависят от свойств дробимого материала, типоразмера дробилки и заданных ограничений по N_0 , Q_0 или i_0 (в зависимости от решаемой задачи). Введение указанных ограничений приводит к

появлению экстремальных зависимостей по c , x , n , y , которых нет в исходном математическом описании работы щековых дробилок (1-3).

1. Марасанов В.М., Дылдин Г.П. Математическое описание процесса дробления в щековой дробилке. Известия Горный журнал. 2017 № 8. (82-90)
2. Марасанов В.М., Белуженко В.М. Статистические характеристики щековой дробилки. – В кн. Модели и алгоритмы управления процессами добычи и обогащения полезных ископаемых. Издание УПИ, вып. 133, Свердловск, 1976. – с. 36-38.
3. Основы кибернетики. Под ред. К. А. Пупкова. М.: Высш. школа. 1974, с. 213-266.
4. Марасанов В.М. Математическое описание процесса дробления в щековых дробилках. – Изв. вузов, горный журнал, №2, 1967. – с.160 – 166.
5. Марасанов В.М., Белуженко В.М. Оптимизация режима работы щековой дробилки. – В кн.: Автоматическое управление технологическими процессами в горной промышленности. Межвуз. науч. темат. сб. – Свердловск, 1981, – 96 с., с. 81-84.
6. Марасанов В.М., Поршнев М.Н. Оптимизация процессов дробления и грохочения на дробильно-сортировочном заводе. – В кн.: Математическое обеспечение АСУ горных предприятий. Свердловск, 1974. – с. 158-162.

Погорелов А.В., Киреев С.О., Корчагина М.В., Лебедев А.Р.
Особенности конструкции поверхностного привода винтового насоса

*Донской Государственный Технический Университет
 (Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-53

idsp: sciencerussia-10-02-2019-53

Аннотация

В статье приводится анализ наиболее распространенных поверхностных приводов винтовых насосных установок. Описаны особенности конструкций поверхностного привода винтового насоса и их недостатки. Предложен вариант технического решения, улучшающий показатели эффективной работы установки.

Ключевые слова: Поверхностный привод, винтовой насос, конструкция.

Abstract

The article provides an analysis of the most common surface drives of screw pumping units. The design features of the screw pump surface drive and their disadvantages are described. A variant of the technical solution that improves the performance of the installation is proposed.

Keywords: Surface drive, screw pump, design.

Введение

Современное состояние эксплуатации нефтяных месторождений России характеризуется ростом добычи нефти из наклонно-направленных скважин с повышенным искривлением стволов и увеличением вязкости извлекаемых жидкостей. Традиционные способы подъема нефти штанговыми насосами и центробежными электронасосами не обеспечивают требуемых результатов, поэтому должны быть заменены более эффективными и дешевыми, основанными на малой энерго- и металлоемкости технических средств. Для решения этой задачи необходимо использовать объемные винтовые насосы [1].

Конструкция и принцип работы

Винтовые насосы работают на принципе ротационного вытеснения жидкости. Эта спиралевидная система состоит из ротора, который эксцентрично вращается внутри неподвижного статора (рис.1). Ротор представляет собой винт небольшого диаметра с глубокой круглой нарезкой и очень большим шагом — расстоянием между соседними вершинами резьбы. Статор имеет одну дополнительную нитку резьбы и шаг резьбы на нем больше, чем у ротора; в результате этого образуется полость, увеличивающаяся по размеру в процессе вращения, в результате чего развивается почти неп пульсирующий линейный поток жидкости. Как и в штанговых глубинных насосах, ротор обычно приводится в движение с помощью штанг, присоединенных к двигателю на поверхности. В большинстве случаев винтовые насосы характеризуются легкой приспособляемостью, надежностью в работе, высокой стойкостью к воздействию абразивных твердых частиц и высоким объемным КПД [2].

Рисунок 1 – Конструкция винтового насоса

1 – винт (шнек); 2 – приводной вал; 3 – полость статора специальной формы

На сегодняшний день существует два типа винтовых насосных установок:

- С погружным электродвигателем
- С поверхностным приводом

У каждого из них есть свои достоинства и недостатки. Однако стоит отметить, что ресурс винтовых насосных установок с погружным электродвигателем небольшой вследствие высокой скорости вращения винта, приводящей к быстрому износу оборудования. Поэтому перспективным является вращение винта при помощи колонны штанг от поверхностного привода.

При эксплуатации винтовой насосной установки типа УНВП существует необходимость повышения эффективности передачи вращающего момента поверхностного привода колонне штанг [3].

Широкое внедрение винтовых насосных установок с поверхностным приводом выдвигает необходимость регулирования частоты вращения вращательной колонны для совмещения характеристики скважины с оптимальной подачей скважинного насоса. Это

связано с тем, что при превышении подачи насосной установки в сравнении с дебитом скважины возможна работа винтовой пары в сухую без охлаждения резиновой прокладки потоком жидкости. Такая ситуация может привести к выходу из строя винтовой пары из-за перегрева.

В большинстве случаев поверхностное оборудование винтовой насосной установки состоит из устьевого сальникового превентора, вращателя с модульной вставкой и электродвигателя. Особенностью привода является то, что он обладает возможностью ступенчатого и плавного регулирования частоты вращения приводной штанговой колонны за счет изменения передаточного отношения в редукторах в широких пределах. Опытная эксплуатация винтовой насосной установки УНВП показала ее работоспособность и надежность. Известными недостатками такой конструкции является: необходимость существенного удлинения рабочих органов для обеспечения высокого давления при пониженной частоте вращения (500 об/мин и ниже) [4].

Рисунок 2 – Схема винтовой насосной установки типа УНВП

Тенденции развития винтовых насосов

Для выявления технического уровня и тенденций развития винтовых насосов, был проведен патентный поиск.

Наиболее распространенный тип поверхностного привода – привод с клиноременной передачей. Недостатками такой установки являются узкий диапазон и большая трудоемкость регулирования производительности насоса, осуществляемого сменой шкивов ременной передачи, большие габариты из-за применения ременной передачи и автономных узлов подвески и герметизации.

Известна установка для добычи высоковязкой нефти с большим содержанием механических примесей. Она была разработана канадскими фирмами COROD

MANUFACTURING и AMOCO CANADA PETROLEUM LTD созданы установки с большим крутящим моментом (до 1900Н×м). В качестве привода использован тихоходный аксиальнопоршневой гидродвигатель, включающий регулируемый силовой насос, регулирующий клапан емкость для рабочей жидкости. Его конструкция представлена на рисунке 3 [2].

Рисунок 3 – Схема установки винтового насоса с гидроприводом

1 – выкидная линия; 2-3 – узел соответственно устьевого привода и опорного подшипника; 4 – зажим полированного штока; 5 – полированный шток; 6 – ременная передача; 7 – гидравлический двигатель; 8 – емкость для рабочей жидкости; 9 – приводной вал; 10 – регулируемый насос; 11 – регулирующий клапан

При установке на колонне штанг центраторов винтовые насосные установки с поверхностным приводом можно применять в наклонно-направленных скважинах (с углом наклона до 70 град.).

Устьевой привод выполняется в двух вариантах: с передачей вращения непосредственно на полированный шток и с редуктором.

Пробная эксплуатация насосов этой фирмы в России показала их следующие недостатки:

1. Низкую несущую способность колонны штанг
2. Уменьшение КПД при добычи вязкой жидкости
3. Сложную систему регулирования производительности.

Также можно отметить высокую стоимость оборудования, сложность эксплуатации в связи с трудностями ремонтных и монтажных работ.

Известны винтовые насосные установки с электронным вариатором (рис. 4). В конструкции данного типа проблема регулирования производительности была решена. Однако вариатор имеет ограниченный ряд соотношений частот вращения [5].

Более совершенной является винтовая насосная установка типа УНВП (пат. РФ 2093708), принципиальная схема которой приведена на рисунке 5. В сравнении с гидравлическим и вариаторным приводами она имеет явные преимущества: простота конструкции и в следствие большую надежность, меньшие затраты на обслуживание, а также меньшую стоимость.

Рисунок 4 – Привод винтового насоса с вариатором
1 – электродвигатель; 2 – вариатор; 3 – редуктор

Рисунок 5 – Поверхностный привод винтового насоса с редукционной вставкой

Положительный эффект достигается за счет обеспечения нетрудоемкого оперативного регулирования производительности насоса изменением частоты вращения ведомого вала вращателя, а следовательно, и ротора насоса в широком диапазоне значений, а также за счет повышения эффективности работы увеличением КПД привода при подключении двигателя или вставки к промежуточному валу вращателя [6,7].

Оперативно изменяя частоту вращения насоса и соответственно подачу насоса, можно выставить оптимальный режим добычи из скважины, не прибегая к сложным техническим решениям.

Заключение

Проведенный анализ существующих поверхностных приводов винтовых насосных установок показал, что конструкция устройства поверхностного привода, рассмотренного на рисунке 5, является наиболее перспективной, однако она обладает некоторыми недостатками.

Крутящий момент в приводе передается посредством прямозубого зацепления. Это связано с простотой и не высокой стоимостью изготовления зубчатых колес. Стоит отметить, что конструкция данного механизма с использованием косозубого зацепления является более совершенной, поскольку передача с косозубым зацеплением обладает

рядом преимуществ, по сравнению с прямозубой. К ним можно отнести: увеличение предельного крутящего момента, передающегося зубчатой парой, более тихая и плавная работа устройства. Для реализации этих технических решений необходимо произвести проектировочный расчет согласно ГОСТ 2185 – 66 [8].

1. Султанов Б.З., Брот А.Р. и др. Испытания винтовых насосов с поверхностным приводом. Нефтяное хозяйство, 3 N 7, 1992, с. 36-37.
2. Вагапов С.Ю., и др. Скважинные насосные установки для добычи нефти.; под ред. Матвеева Ю.Г. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. – 167 с.
3. Пат. 2291319 Российская федерация, МПК F04B47/02. Поверхностный привод штангового винтового насоса. / Султанов Б.З.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Нафтасервис". – № 2005107986/06; заявл. 21.03.2005; опубл. 10.09.2006, Бюл. № 25. – 4 с.
4. Пат. 2139448 Российская федерация, МПК F04B47/02. Поверхностный привод скважинного винтового насоса. / Султанов Б.З., Зубаиров С.Г., Габдрахимов М.С.; заявитель и патентообладатель Зубаиров Сибагат Гарифович, Султанов Байрак Закиевич, Габдрахимов Мавлитзян Сагитьянович. – № 97107047/06; заявл. 30.04.1997; опубл. 10.10.1999 – 4 с.
5. Пат. 2170368 Российская федерация, МПК F04B47/02. Поверхностный привод погружного винтового насоса. / Брот А.Р., Виноградов Д.Г.; заявитель и патентообладатель Брот Александр Робертович. – № 2000126029/06; заявл. 16.10.2000; опубл. 10.07.2001, Бюл. № 19. – 4 с.
6. Пат. 2136965 Российская Федерация, МПК F04B47/02. Привод скважинного погружного винтового насоса. / Хусаинов М.М.; заявитель и патентообладатель Хусаинов Миргасим Миргалимович. – № 98103692/06; заявл. 02.03.1998; опубл. 10.09.1999 – 3 с.
7. Жулаев, В.П., Винтовые насосные установки для добычи нефти/ В.П. Жулаев, Б.З Султанов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 1977. – 42 с.
8. Анфимов М. И. Редукторы. Конструкции и расчет. /М.И.Анфимов – Изд. 4-е перераб. и доп. М.: «Машиностроение», 1993., 463 с.

РАЗДЕЛ XIV. БИОЛОГИЯ

Бухарова Е.В., Лужкова Н.М., Бурдуковский А.И.

Эколого-биоморфологическая характеристика флоры островов Чивыркуйского залива оз. Байкал (Забайкальский национальный парк)ФГБУ «Заповедное Подлеморье»
(Россия, Улан-Удэ)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-54

idsp: sciencerussia-10-02-2019-54

Аннотация

В данной статье рассматриваются результаты предварительного анализа флоры островов Чивыркуйского залива, насчитывающей 307 видов сосудистых растений. Проанализированы экологические группы растений по отношению к увлажнению субстрата. Выявлено преобладание мезофитности в экологическом спектре флоры островов, и обоснована характеристика флоры как бореальной полугумидной. Анализ жизненных форм выявил преобладание травянистых поликарпиков, преимущественно корневищных и стержнекорневых растений, приспособленных к многообразным условиям островов.

Ключевые слова: флора, биоморфологический анализ, экологический анализ, островная биогеография

Abstract

This article discusses the results of a preliminary analysis of the flora of the islands of the Chivyrkuisky Bay, which has 307 species of vascular plants. The ecological groups of plants was analyzed in relation to the wetting of the substrate. The prevalence of mesophyticity in the ecological spectrum of island flora was revealed, and the characteristic of boreal semi-humid flora was substantiated. An analysis of life forms revealed the predominance of herbaceous polycarpic, mainly rhizomatous and root-root plants, adapted to the diverse conditions of the islands.

Keywords: flora, biomorphological analysis, ecological analysis, island biogeography

Введение. Одними из интересных объектов оз. Байкал с точки зрения изучения растительного покрова являются острова, на формировании условий которых оказывает влияние множество факторов. В состав островов Северного Байкала входит семь небольших островов Чивыркуйского залива, расположенного в Северо-Восточном Прибайкалье. Залив входит в состав Забайкальского национального парка, который вместе Баргузинским государственным природным биосферным заповедником и Фролихинским государственным природным заказником с 2011 г. находится под управлением ФГБУ «Заповедное Подлеморье». Флора побережья оз. Байкал достаточно хорошо изучена, но острова Северного Байкала с ботанической целью подробно не исследованы. Поэтому летом 2018 г. впервые были проведены детальные исследования с целью изучить флору и растительность островов Чивыркуйского залива в рамках проекта поддержанного РФФИ.

Район исследования. Чивыркуйский залив расположен между материком и полуостровом Святой Нос. Ширина входа в залив составляет 14 км (между мысом Верхнее Изголовье и мысом Малой Сухой), длина почти 30 км. Со стороны открытого Байкала залив защищен от прямого ветрового воздействия высоким гребнем гор полуострова Святой Нос. С востока залив огражден отрогами Баргузинского хребта. Высокая степень орографической изолированности Чивыркуйского залива, открытого

только с севера и в меньшей мере доступного ветрам через низменный, заболоченный перешеек с юга, способствует сохранению на его территории обособленного и своеобразного по термическим и ветровым характеристикам местного климата (Бойков и др., 1991).

В геологическом прошлом полуостров Святой Нос и Баргузинский хребт связывала суша. Чивыркуйский залив образовался в начале четвертичного периода (Ламакин, 1968), или даже позже в среднем голоцене (Мац, 1974). В настоящее время в Чивыркуйском заливе находятся семь островов: Бакланий, Лохматый (Большой Кылтыгей), Голый (Малый Кылтыгей), Покойницкий камень, Елена, Белый камень, Коврижка (Рис. 1.). Все они представляют собой локальные возвышения кристаллического фундамента в виде скальных выступов, оставшихся над урезом воды после опускания участка суши, которое происходит и в настоящее время в ходе геологических процессов в зоне Байкальского грабена. Таким образом, острова залива являются преемственно существующими остатками ранее единой наземной территории, что позволяет рассмотреть их совокупную флору как наследие пространственно целостного в прошлом растительного покрова. При этом, следует принимать во внимание, что в силу малого расстояния от островов до коренных берегов залива, было неизбежным и значительным влияние на островную флору со стороны окружающей залив «материковой» флоры.

Рис. 1. Схема распределения островов в Чивыркуйском заливе

Условные знаки: 1 – о. Лохматый; 2 – о. Елена; 3 – о. Голый; 4 – о. Покойницкий камень; 5 – о. Бакланий; 6 – о. Белый камень; 7 – о. Коврижка

Северная часть обследованных островов обрывистая, каменистая. На островах Голый и Покойницкий камень, эти части заняты колониями монгольской чайки и большого баклана.

Климат островов определяется несколькими факторами: окружение со всех сторон холодными массами байкальской воды и высотой над уровнем Байкала. Кроме того, климатические условия различны на склонах различных экспозиций. На южном и восточном значительно теплее и суше, чем на северном и западном подветренных склонах. Имеет значение и крутизна склонов, которая увеличивает эти различия. На крупных островах Чивыркуйского залива: Бакланьем, Лохматом и Елены большая часть склонов покрыта различными типами леса среди которых преобладают

светлохвойные и мелколиственные: лиственничные, очень редко сосновые (о. Елены), осиновые и березовые. Темнохвойные с сосной сибирской и редкой пихтой сибирской занимают увлажненные северо-западные склоны. На более мелких островах деревья произрастают одиночно или группами, не образуя сообществ (Моложников, 1974).

Методы. Для исследования островной флоры был использован маршрутный метод. После высадки на остров флористический маршрут начинался с обхода остров по периметру один или два раза в зависимости от ширины высококонтрастного экотонного комплекса «вода-суша» с целью наиболее полного выявления видов заплесковой зоны и скальных группировок.

Далее маршрут проходил с учетом доступности по трансекте по длине острова (наибольшее расстояние между берегами), заложенной по наиболее высоким частям рельефа. Затем маршрут продолжался по линиям, пересекающим остров по ширине (наименьшее расстояние между берегами). Особый интерес представляют вторичные орнитогенные ценозы, озерки, микроболотца, скальные обрывы, выходы мелкозернистых пород, ложбины стока. На безлесных островах, где встречаются отдельно стоящие деревья и/или их стланиковые формы, тщательно просматривался травяной покров на предмет встречи лесных видов. В разных растительных сообществах делались геоботанические описания. Таким образом, более полно выявлялась флора, и оценивалось пространственное распределение видов. Остров Белый камень был обследован нами с лодки в связи с невозможностью высадки – крутые мокрые склоны.

Собранные гербарные образцы хранятся в Гербарии ИОЭБ СО РАН, г. Улан-Удэ (UUN). Номенклатура названий растений приводится по Флоре Сибири (1988 – 2003). При выявлении флоры использовались литературные данные (Аненхонов, Пыхалова, 2010).

Результаты. Господствующим семейством по количеству видов является семейство *Poaceae* — 41 вид. Меньшим количеством представлены *Asteraceae* — 33 видов, *Rosaceae* — 21 вид, *Cyperaceae* – 17, *Ranunculaceae* — 14, *Caryophyllaceae* — 13, *Fabaceae* — 11, *Brassicaceae* — 11, *Lamiaceae* — 11, *Polygonaceae* — 10. Из родов преобладающим по количеству видов являются род *Carex* — 14 вид, *Artemisia* — и *Poa* — 3 вида.

Рис.2. Экологическая структура флоры островов Чивыркуйского залива.

Примечание: Г – гигрофиты, ГД – гидрофиты, МГ – мезогигрофиты, ГМ – гигромезофиты, ЭМ – эумезофиты, КМ – ксеромезофиты, МК – мезоксерофиты, ЭК – эуксерофиты,

Выделение и анализ групп растений по отношению к увлажнению субстрата определяют экологическую структуру флоры (Юрцев, Камелин, 1991). Экологические группы растений (Рис 2.) по отношению к увлажнению субстрата выделены согласно классификации А.В. Куминовой (1960).

Больше половина флоры исследуемой территории по отношению к увлажнению субстрата представлена экологическими группами мезофильного ряда (КМ+ЭМ+ГМ) - 72,3 % от общей флоры (Рис 2.). что подтверждает гумидность флоры островов. Это в основном лесные и луговые виды, которые не испытывают недостатка влаги.

Истинно степных видов — эуксерофитов — немного всего 6,8%. К ним относятся виды, которые произрастают в условиях постоянного недостатка влаги. Преимущественно они занимают песчаные или каменистые субстраты.

Небольшое участие гибридных групп (гигрофиты, гигромезофиты, мезогигрофиты) в составе флоры объясняется меньшей площадью местообитания, пригодных для них.

Жизненные формы растений, обусловленные ростом и развитием его в определенных условиях, являются важным критерием в характеристике флоры исследуемого района. Существуют различные классификации жизненных форм растений, основанные на разных принципах их выделения. Рассматривая жизненные формы растений, как зеркало адаптации растительных сообществ к условиям среды, выработавшихся на протяжении длительного этапа филоценогенеза растительности региона (Намзалов, 1994), мы использовали несколько упрощенную классификацию жизненных форм Серебрякова (1964).

Анализ жизненных форм (Рис. 3) выявил преобладание травянистых 87,2 % растений над древесными и полудревесными, а среди травянистых преобладание многолетников над одно-двулетниками. Одно-двулетники содержат 32 вида (10,4%) - *Chenopodium aristatum* L., *Brassica campestris* L., *Orostachys spinosa* (L.) С.А. Мей. и др. Они встречаются на степных и скальных участках, где могут составлять от 5 до почти 30 % видового состава, или на нарушенных местообитаниях (осыпные обрывы, орнитогенные ценозы).

Среди травянистых растений лидирующие позиции занимают длиннокорневищные и короткорневищные виды (52,1% видового состава флоры), приуроченные к хорошо аэрируемым, достаточно влажным почвам. Размножаясь вегетативно, они быстро заселяют осыпи, прибрежные участки и отличаются длительным долголетием.

Рис.3. Биоморфологическая структура флоры островов Чивыркуйского залива.

Примечания, обозначения жизненных форм: Д - деревья, Куст – кустарник, Куст-чек – кустарничек, П/куст – полукустарник, П/куст-чек – полукустарничек, ДК – длиннокорневищные, КК – короткокорневищные, Р\К – рыхлокустовые, П/К – плотнокустовые, Лук – луковичные, Стк – стержнекорневые, М- одно-двулетние, В – водные

Близкое по количеству число короткокорневищных (*Tephrosia integrifolia* (L.) Holub, *Solidago dahurica* Kitag. и др.) и длиннокорневищных (*Paris verticillata* Bieb. Emend Ledeb., *Pyrola rotundifolia* L.) видов свидетельствует о соответствии экологических условий и фитоценотической обстановки островов потребностям этих биоморф.

На третьем месте - растения стержнекорневые, которые отличаются удлинённым вегетационным периодом позднелетним цветением (Намзалов, 1994). По наблюдениям Б.И. Дулеповой (1985) они «первую, неблагоприятную по экологическим условиям, половину лета, проводят в состоянии листовой розетки...Максимальное же их развитие - приходится на более влажную и теплую вторую половину лета».

Стержнекорневые растения (*Pleurospermum uralense* Hoffm., *Campanula rotundifolia* L., *Alyssum obovatum* (C. A. Mey.) Turcz. и др.) содержат 12,4 % от всего анализируемого состава. Это объясняется тем, что стержневые биоморфы тяготеют к остепненным ценозам, в значительной мере также к луговым (Геосистемы..., 1991), которые занимают значительные пространства южных и привершинных частей островов.

Луковичные растения, рыхлокустовые, плотнокустовые представлены небольшим количеством видов, относящихся к разным поясно-зональным группам видов, и отличаются высокой специализацией к сезонным и фитоценотическим условиям различных местообитаний.

Для более полного выявления экологических и биоморфологических особенностей флоры островов мы провели анализ соотношения биоморфологических и экологических групп растений. Изучение экобиоморф позволяет правильнее разобраться в характере и структуре сообществ, выявить степень соответствия среде, понять их динамику (Дулепова, 1984).

Деревья численно составляют небольшую группу, но в фитоценотическом отношении в исследуемом районе эта группа является важной. Лесные ценозы занимают половину общей площади островов Чивыркуйского залива. Находясь в бореальной зоне, неудивительно, что группа в целом мезофитной природы.

Интерес представляет группа кустарников, которые в основном занимают кустарниковый ярус в различных типах леса, в связи с этим им свойственна мезофитность. Наибольшее фитоценотическое значение имеют - *Spiraea media* Franz Schmidt, *Rosa acicularis* Lindl..

Самая большая группа корневищных растений в основном относится к мезофитным видам. Если мы рассмотрим виды, составляющие эту группу по поясно-зональной приуроченности, то выясним, почему в данной группе так явно преобладают мезофитные тенденции. Дело в том, что данная группа представлена луговыми, лесными видами, и лишь некоторая часть видов характерна для степных местообитаний.

Таким образом, мы выявили преобладание мезофитности в экологическом спектре флоры островов, что характеризуют флору как бореальную полугумидную. Главенствующую роль в биоморфологической структуре флоры занимают травянистые поликарпики, преимущественно корневищные и стержнекорневые растения, приспособленные к биотопическому разнообразию островов. В целом флора островов

Чивыркуйского залива сходна по экологическому и биоморфологическому спектрам с флорой окружающих горных массивов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-45-030026".

1. Аненхонов О.А., Пыхалова Т.Д. Конспект флоры сосудистых растений Забайкальского национального парка. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. 228 с.
2. Бойков, Т. Г. Флора Забайкальского природного национального парка / Т. Г. Бойков, О. А. Аненхонов, Т. Д. Пыхалова [и др.]. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1991. – 138 с.
3. Геосистемы контакта тайги и степи (юг Центральной Сибири). —Новосибирск: Наука, 1991. - 217 с.
4. Дулепова Б. И. Степи горной лесостепи Даурии.- Иркутск, 1985.- 87 с.
5. Дулепова Б. И. Экобиоморфы степных растений Даурии//флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья. Межвуз. сб. науч. ст. - Иркутск: Ирк. гос. пед. ин-т, 1984. - С.3-19.
6. Куминова А.В. Растительный покров Алтая.- Новосибирск: РИО АН СССР.- 1960.-450 с.
7. Ламакин В. В. Неотектоника Байкальской впадины. Москва: Наука, 1968. 247 с.
8. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984.-265 с.
9. Мац В.Д. Байкальские террасы низкого комплекса // Природа Байкала. Л., 1974. С.31-57.
10. Моложников В.Н. Чивыркуйское семиостровье и полуостров Святой Нос // Природа Байкала. — Л., 1974. — С. 257-271.
11. Намзалов Б.Б. Степи Южной Сибири.- Новосибирск, Улан-Удэ, 1994.- 309с.
12. Серебряков И. Г. Жизненные формы растений и их изучение//Полевая геоботаника, Т 3. - М.: Л.: Наука, 1964. - С. 146-205.
13. Флора Сибири. В 14 томах Авторы: Кашина Л. И., Красноборов И. М., Шауло Д. Н., и др. Под ред.: И. М. Красноборова, Л. И. Малышева, Г. А. Пешковой, и др. Издательство: Новосибирск, «Наука». Сибирское отделение, 1988 – 2003
14. Юрцев Ю.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики - Пермь: Пермск. ун-т, 1991. - 81 с.

Гринько Н.Н.

Генофонд *Lactuca sativa* ВИР как источник устойчивости к фузариозному увяданию, сопряженной с ценными хозяйственными признаками

*Адлерская опытная станция – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИГРР
им. Н.И.Вавилова (ВИР)
(Россия, Сочи)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-55

idsp: sciencerussia-10-02-2019-55

Аннотация

Проведен анализ мирового генофонда *Lactuca sativa* L. ВИР по устойчивости к возбудителю фузариозного увядания (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* J.C. Hubb. & Gerik) и ценным хозяйственным признакам. Доказана сопряженность признаков. Выделено 46 источников устойчивости к фузариозу, представляющих практическую ценность в качестве исходного материала для селекции на иммунитет.

Ключевые слова: генотипы, салат (*Lactuca sativa* L.), болезнь, фузариозное увядание, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum*, источники устойчивости, хозяйственные признаки.

Abstract

The analysis of the global gene pool of *Lactuca sativa* L. VIR for resistance to the causative agent of *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* J.C. Hubb. & Gerik) and valuable economic characteristics was carried out. Proven contingency signs. 46 sources of resistance to *fusarium* have been identified that are of practical value as a starting material for selection for immunity.

Key words: genotypes, lettuce (*Lactuca sativa* L.), disease, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum*, *Fusarium* wilt, sources of sustainability, economic characteristics.

Введение

К числу биотических факторов, повсеместно лимитирующих товарную и семенную продуктивность культуры салата (*Lactuca sativa* L.), относится фузариозное увядание [8, 9, 10]. Впервые заболевание зафиксировано нами в 2011 г. на образцах из генофонда салатов ВИР, репродуцируемых на экспериментальной базе Адлерской ОС в условиях малообъемной гидропоники [3]. Симптомы фузариоза проявлялись уже в рассаде – округлые серо-коричневые пятна диаметром 1 – 3 мм; некроз жилок и хлороз листовой пластинки. На продольном и поперечном разрезах корневой шейки отмечали сосуды буровато-желтого цвета. Вследствие загнивания корневой системы и некротизации проводящих сосудов стебля, пораженные растения желтели, останавливались в росте и погибали до фазы цветения – стрелкования.

Из инфицированных тканей нами выделен возбудитель, который по культурально-морфологическим признакам, идентифицирован как гриб *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* J.C. Hubb. & Gerik (1993) [6]. Высокая экологическая адаптивность – развитие в широком диапазоне влажности (70–100%) и температуры (8 – 35°C); длительное сохранение хламидоспорами в торфосубстрате и на растительных остатках; распространение микро – и макроконидиями аэрогенно, с инфицированной водой, семенами, на инструментах, кассетах, одежде и обуви, обеспечивает постоянную циркуляцию паразита в агроценозе салата. Нашими предыдущими исследованиями выделены генотипы, обладающие предельно высокой устойчивостью к патогену [1, 3, 5, 7]. Вместе с тем, наличие в структуре северокавказской популяции четырех дивергирующих морфотипов, между изолятами которых существует полный генетический барьер, позволяет паразиту успешно преодолевать устойчивость генофонда *Lactuca sativa* [2, 6]. Актуальность проблемы снижения вредоносности заболевания предопределяет необходимость постоянного мониторинга развития фузариозного увядания в посадках репродуцируемых генотипов салатов, равно и выделения исходного материала для селекции на иммунитет.

Цель исследований – отбор из генетических ресурсов *Lactuca sativa* ВИР источников устойчивости к *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* с ценными хозяйственными признаками для селекционных программ на иммунитет. Работа выполнена в рамках государственных заданий ВИР (№ 0662-2018-0003: AAAA-A17-117030910078-3; № 0662-2018-0015: AAAA-A16-116040710369-4).

Материалы и методы

В 2014 – 2018 гг. на экспериментальной базе Адлерской ОС – филиал ВИР в условиях малообъемной гидропоники репродуцировали 179 образцов из коллекции генетических ресурсов салатов (*Lactuca sativa* L.) ВИР (УНУ, регистрационный USU_505851). Полиморфные признаки анализировали у 124 генотипов салатов, исключив размножаемые ранее, равно и образцы с идентичными номерами по каталогу ВИР, различающиеся окраской семян [1, 5, 7]. Для оценки устойчивости к возбудителю фузариозного увядания (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum*) и хозяйственных признаков генотипов использовали стандартные методы [4]. Исходя из значений среднего балла поражения (b_s) образцы группировали как: высокоустойчивые – 0,1...1; средневосприимчивые – 1,1...2; восприимчивые – 2,1...3. Показатели хозяйственных признаков ранжировали в баллах по модифицированным нами шкалам: «диаметр розетки» (см = dr) – 14...24 = 0,1–1; 25...35 = 1,1–2; 36...45 = 2,1–3; «масса розетки/кочана» (г/раст. = mr/k) – 80...100 = 0,1–1; 101...150 = 1,1–2; 151...200 = 2,1–3; «высота семенника» (см = hs) – 50...100 = 0,1–1; 101 ... 150 = 1,1–2; 151...200 = 2,1–3; «продуктивность семян» (г/раст. = ps) – 1...2 = 0,1–1; 2,1...3 = 1,1–2; 3,1...4 = 2,1–3.

Признаки образцов, арифметическим усреднением показателей, преобразовали в индекс хозяйственной полезности (I_{hp} = балл): 0...1 – низкий; 1,1...2,0 – средний; 2,1...3,0 – высокий. Для статистической обработки данных использовали пакеты программ Excel и STATISTICA 8.0.

Результаты и обсуждение

Иммунологический тест образцов. В репродуцируемой коллекции не выявили иммунных к фузариозному увяданию генотипов, что объясняется высоким уровнем полиморфизма паразитических свойств индивидуумов в северокавказской популяции патогена [2, 6]. Установлено значительное внутривидовое и внутрисортное варьирование генотипов ($b_{min-max}=0,37-2,7\pm0,06$; $Cv=47,3\%$) по уровню восприимчивости к паразиту, подтвержденное значимой корреляционной связью ($Cr=0,84\pm0,05$; $P<0,001$) между средним баллом поражения ($b_s=1,53\pm0,05$) и стандартным отклонением ($\sigma=0,72$) (Рис.1).

Рисунок 1. Распределение генотипов *Lactuca sativa* по показателям восприимчивости к фузариозному увяданию и хозяйственным признакам

Условные обозначения: R – высокоустойчивые, Sv – средневосприимчивые, V – восприимчивые генотипы; b_s – балл поражения; dr – диаметр розетки; mr/k – масса розетки/кочана; hs – высота семенника; ps – продуктивность семян; min – минимум, max – максимум, sr – среднее.

Высокую устойчивость к фузариозному увяданию ($b_s=0,69\pm0,02$; $b_{min-max}=0,37-0,92\pm0,02$), со значимой изменчивостью признака ($Cv=26,2\%$), проявили 46 образцов (Рис.2). Средней восприимчивостью ($b_s=1,67\pm0,04$; $b_{min-max}=1,2-1,9\pm0,04$), с типичным уровнем разнообразия ($Cv=11,7\%$), выделялись 37 генотипов. Максимальной восприимчивостью ($b_s=2,33\pm0,03$; $b_{min-max}=2,1-2,7\pm0,03$), с низкой степенью варьирования ($Cv=7,5\%$), отличался 41 образец.

Хозяйственные признаки генотипов. В исходном материале для селекции на иммунитет, предпочтительно сочетание устойчивости к паразиту с ценными хозяйственными качествами. По признаку «диаметр розетки» (dr) отмечена значимая ($dr_{min-max}=0,41-2,9\pm0,06$; $Cv=44,4\%$) вариабельность генотипов, подтвержденная высокой корреляционной связью ($Cr=0,82\pm0,05$; $P<0,001$) между средним показателем ($dr=1,70\pm0,06$) и стандартным отклонением ($\sigma=0,76$). Сорта ранжировали по группам с высоким ($dr=2,56\pm0,03$; $dr_{min-max}=2,1-2,9\pm0,03$), средним ($dr=1,56\pm0,05$; $dr_{min-max}=1,03-1,99\pm0,05$) и низким ($dr=0,86\pm0,02$; $dr_{min-max}=0,41-0,99\pm0,02$) значением признака (Рис.1). Предельно высокими показателями ($dr=2,7-2,9\pm0,03$) выделялись сорта – Желтый, кудрявый (к-1120, Германия), Дзенье-вуэ-зюй (к-1274, Китай), Во-сунь (к-1275, Китай), Парникова «Главчарка» (к-1368, Болгария), *Magiola* (к-1437, Голландия), 1185-I-3 (к-1575, Куба), *Crispilla Blanca* вр.к-1086, Испания), Золотой шар (вр.к-2213,

Украина). По признаку «масса розетки/кочана» (mr/k) установлен значимый уровень варьирования образцов ($mr/k_{min-max}=0,55-2,98\pm0,07$; $Cv=44,8\%$), обоснованный высокой корреляционной зависимостью ($Cr = 0,84\pm0,04$; $P < 0,001$) между средним показателем ($mr/k = 1,69\pm0,07$) и стандартным отклонением ($\sigma=0,75$). Генотипы классифицировали по группам с высоким ($mr/k = 2,55\pm0,02$; $mr/k_{min-max} = 2,25-2,98\pm0,02$), средним ($mr/k = 1,60\pm0,05$; $mr/k_{min-max} = 1,02-1,99\pm0,05$) и низким ($mr/k = 0,80\pm0,02$; $mr/k_{min-max} = 0,55-0,99\pm0,02$) показателем признака (Рис.1). Максимальным значением ($mr/k = 2,7-2,98\pm0,02$) отличались генотипы – Фаворитка (к–989, Украина), *Gallega de Inverno* (к–1266, Аргентина), *Dorian* (к–1507, Голландия), *Long Yan Li Ye Yong* (к–2120, Китай), *Ge Lin Sheng Cai* (к–2121, Китай), *Ji Le Wo Ju* (к–2123, Китай), *Prado* (вр.к–1388, Нидерланды), *Wander van Voorburd* (вр.к–1863, Нидерланды). По признаку «высота семенника» (hs) установлена значимая вариабельность генотипов ($hs_{min-max} = 0,61-2,81\pm0,07$; $Cv=43,8\%$), доказанная высокой корреляционной связью ($Cr = 0,87\pm0,04$; $P < 0,001$) между средним показателем ($hs=1,68\pm0,07$) и стандартным отклонением ($\sigma=0,74$) (Рис.1). Сорта дифференцировали по группам с высоким ($hs = 2,53\pm0,03$; $hs_{min-max} = 2,03-2,81\pm0,03$), средним ($hs = 1,52\pm0,04$; $hs_{min-max} = 1,07-1,93\pm0,04$) и низким ($hs = 0,86\pm0,01$; $hs_{min-max} = 0,61-0,98\pm0,01$) показателем признака (Рис.1). Максимальным значением ($hs = 2,7-2,81\pm0,03$) выделялись сорта – *Sucrine* (к–666, Франция), Фаворитка (к–989, Украина), Упрямец желтый (к–991, Россия), *Victoria Freiland (Vorbote Land)* (к–1068, Германия), *Ballon dew Bougival* (к–1362, Дания), Парникова «Главчарка» (к–1368, Болгария), *Magiola* (к–1437, Голландия), *Exclisief* (к–1521, Голландия), *Long Yan Li Ye Yong* (к–2120, Китай), *Girello* (вр. к–1392, Нидерланды), Золотой шар (вр.к–2213, Украина). По признаку «продуктивность семян» (ps) определен существенный уровень изменчивости образцов ($ps_{min-max} = 0,39 - 2,84\pm0,07$; $Cv=47,5\%$), обоснованный высокой корреляционной зависимостью ($Cr=0,88\pm0,04$; $P < 0,001$) между средним показателем ($ps=1,61\pm0,07$) и стандартным отклонением ($\sigma=0,77$) (Рис. 1). Генотипы ранжировали по группам с высоким ($ps=2,52\pm0,03$; $ps_{min-max} = 2,05-2,84\pm0,03$), средним ($ps = 1,4\pm0,04$; $ps_{min-max} = 1,06-1,83\pm0,04$) и низким ($ps=0,78\pm0,02$; $ps_{min-max}=0,39-0,97\pm0,02$) значением признака (Рис.1). Предельно высоким показателем ($ps = 2,7-2,84\pm0,03$) отличались генотипы – *Continuity* (к–1258, Канада), *Oak leaf* (к–1263, США), *Gallega de Inverno* (к–1266, Аргентина), б/н (к–1285, Казахстан), Парникова «Главчарка» (к–1368, Болгария), *Fordhook* (к–1429, США), б/н (к–1463, Турция), *Sonechus* (вр.к–2160, Китай).

Статистическим анализом обоснованы существенные различия генотипов *Lactuca sativa* по анализируемым иммунологическим и хозяйственным признакам: «пораженность фузариозом» (b_s) – «диаметр розетки» (dr) – «масса розетки/кочана» (mr/k) – «высота семенника» (hs) – «продуктивность семян» (ps) ($P < 0,001$; $F_{\phi}=469,32 - 413,06 - 399,83 - 489,42 - 578,35 > F_{01}=6,9$).

На основании средних значений признаков: «диаметр розетки» (dr), «масса розетки/кочана» (mr/k), «высота семенника» (hs), «продуктивность семян» (ps), преобразованных в обобщенный индекс хозяйственной полезности (Ihp), подтверждена высокая внутривидовая и внутрисортная изменчивость образцов ($Ihp_s=1,7\pm0,06$; $Ihp_{min-max} = 0,68-2,7\pm0,06$; $Cv=43,7\%$). Генотипы классифицировали по группам с высоким ($Ihp_s=2,54\pm0,01$; $Ihp_{min-max} = 2,28-2,7\pm0,01$), средним ($Ihp_s = 1,52\pm0,02$; $Ihp_{min-max} = 1,3-1,73\pm0,01$) и низким ($Ihp_s = 0,83\pm0,01$; $Ihp_{min-max} = 0,68-0,92\pm0,01$) показателем Ihp . Доказано, что обладающие высокой степенью устойчивости к фузариозному увяданию образцы, отличались максимальным значением Ihp (Рис. 2).

Регрессионным анализом установлена высокая положительная корреляционная зависимость средних баллов ценных хозяйственных признаков и отрицательная таковых, включая Ihp , – с поражением генотипов фузариозным увяданием (Табл. 2; Рис. 3).

Рисунок 2. Балл поражения и индекс хозяйственной полезности высокоустойчивых к фузариозному увяданию генотипов *Lactuca sativa*

Условные обозначения: bs – балл поражения; lhp – индекс хозяйственной полезности; наименование и страна происхождения генотипов представлены на Рис. 4.

Рис. 3. Регрессионный анализ связи индекса хозяйственной полезности (lhp) и балла поражения фузариозом (bs) у генотипов *Lactuca sativa*

Таблица 2.
Корреляционные связи средних баллов хозяйственных признаков и восприимчивости к фузариозному увяданию у генотипов *Lactuca sativa*

Показатели, балл	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции, Cr
Диаметр розетки (X)		
Масса розетки/кочана, <i>mr/k</i>	$Y = 0,17 + 0,89X$	$0,89 \pm 0,04$
Высота семенника, <i>hs</i>	$Y = 0,15 + 0,90X$	$0,93 \pm 0,03$
Продуктивность семян, <i>ps</i>	$Y = -0,03 + 0,95X$	$0,94 \pm 0,03$
Масса розетки/кочана (X)		
Высота семенника, <i>hs</i>	$Y = 0,19 + 0,88X$	$0,91 \pm 0,04$
Продуктивность семян, <i>ps</i>	$Y = 0,03 + 0,94X$	$0,92 \pm 0,03$
Высота семенника (X)		
Продуктивность семян, <i>ps</i>	$Y = -0,01 + 0,97X$	$0,92 \pm 0,03$
Балл поражения (X)		

Диаметр розетки, <i>dr</i>	$Y=3,13-0,93X$	$-0,89\pm 0,04$
Масса розетки/кочана, <i>mr/k</i>	$Y=3,15-0,96X$	$-0,92\pm 0,03$
Высота семенника, <i>hs</i>	$Y=3,12-0,94X$	$-0,93\pm 0,03$
Продуктивность семян, <i>ps</i>	$Y=3,09-0,97X$	$-0,91\pm 0,04$

Многомерным кластерным анализом генотипы с высокой устойчивостью к фузариозному увяданию, взаимосвязанной с максимальным показателем *Ihr*, объединены в 2 больших кластера, включающих более мелкие группы (Рис. 4). Для селекционных программ на иммунитет ценность представляют образцы I кластера, сочетающие предельно высокий уровень устойчивости с хозяйственной полезностью – *Amerikanischer* (к–82, Германия), Фаворитка (к–989, Украина), Озима Маслова (к–990, Украина), Австралийский (к–1119, Германия), *Pruhonicu červený* (к–1248, Чехословакия), б/н (к–1285, Казахстан), Парникова «Главчарка» (к–1368, Болгария), Местный (к–1378, Египет), *Fordhook* (к–1429, США), *Magiola* (к–1437, Голландия), б/н (к–1463, Турция), Стеблевой (к–1877, Япония), *Sonechus* (вр.к–2160, Китай).

Рисунок 4. Дендрограмма сходства высокоустойчивых к фузариозному увяданию с ценными хозяйственными признаками генотипов *Lactuca sativa*

Заключение

Таким образом, из мирового генофонда *Lactuca sativa* L. ВИР выделено 46 источников, обладающих высоким уровнем устойчивости к возбудителю фузариозного увядания (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* J.C. Hubb. & Gerik). Генотипы представляют практический интерес как исходный материал для селекции на

иммунитет, равно и расширения сортимента культуры в условиях Краснодарского края. Семена образцов хранятся в Генетическом банке ВИР.

1. Генетические ресурсы *Lactuca sativa* ВИР: репродукция 2017г. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
2. Гибридизация изолятов гриба *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#.
3. Гринько Н.Н., Туренко В.П. Полиморфизм образцов салата из коллекции ВИР по признаку устойчивости к фузариозу// Корневые гнили сельскохозяйственных культур: биология, вредоносность, системы защиты: Матер. межд. науч. - практ. конф. Краснодар, 14–17 апреля 2014 г. /отв. ред. М.И.Зазимко. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – С. 15 – 18.
4. Культурная флора СССР: Листовые овощные растения // Под общ. рук-вом акад. ВАСХНИЛ В.Ф.Дорофеева. – Л.: Агропромиздат, 1988.– Т. XII. – 304с.
5. Национальное достояние России – генофонд рода *Lactuca* L. ВИР – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
6. Полиморфизм гриба *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#.
7. Репродукция геноресурсов *Lactuca sativa* L. ВИР_2018 – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
8. Hubbard J.C., Gerik J.S. A new wilt disease of lettuce incited by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucum* forma specialis nov.// Plant Disease, 1993. – V. 77, № 7. – С. 750–754.
9. Garibaldi A., Gilardi G., Berta F., and Gullino M. L. Temperature and leaf wetness affect the severity of leaf spot on lettuce and wild rocket incited by *Fusarium equiseti*// Phytoparasitica, 2016. – V. 44, № 5. – P. 681–687.
10. Gilardi G., Franco P.S., van Rijswijk P.C.J., Ortu G., Gullino M. L., and Garibaldi A. A new race of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* of lettuce// Plant Pathology, 2017. – V. 66, № 4. – P. 677–688.

Хуснетдинова К.А., Тихонова Е.Н.

Азоспириллы северных болот: особенности метаболизма и стратегии выживания

Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-56

idsp: sciencerussia-10-02-2019-56

Аннотация

Из образцов торфа, отобранных из болот Тверской и Московской областей (Россия), выделены 4 штамма бактерий, относящихся к роду *Azospirillum*. Экспериментально показана способность новых изолятов к использованию метанола в качестве единственного источника углерода и энергии. В работе рассматривается возможная стратегия выживания бактерий рода *Azospirillum* в нехарактерных для них условиях кислых олиготрофных болот в отсутствие высших сосудистых растений.

Ключевые слова: *Azospirillum*, болотные экосистемы, метилотрофия, микробные ассоциации.

Abstract

Four bacterial strains belonging to the genus *Azospirillum* were isolated from raised peatlands of the Tver and Moscow regions (Russia). For them, the ability to use methanol as the sole source of carbon and energy has been experimentally shown. The paper discusses a possible survival strategy for bacteria of the genus *Azospirillum* in unusual for them conditions of acid oligotrophic bogs in the absence of higher vascular plants.

Keywords: *Azospirillum*, methylophily, raised bog, microbial associations.

Бактерии рода *Azospirillum* (азоспириллы), входят в семейство *Rhodospirillaceae* класса *Alphaproteobacteria* и являются экологически значимыми и агрономически ценными ризобактериями дикорастущих и сельскохозяйственных растений. Изначально азоспириллы считались специфичными представителями почв тропического и субтропического регионов [Dobereiner 1976; Tyler 1979], однако позднее было установлено их широкое распространение в зонах умеренного [Vlassak 1981] и даже субарктического климата [Lindberg 1984].

Азоспириллы наряду с псевдомонадами и бациллами, относятся к наиболее исследуемым ростстимулирующим ризобактериям [Somers et al., 2004]. Постоянный интерес исследователей к представителям рода *Azospirillum* на протяжении нескольких десятилетий обусловлен тем, что, являясь азотфиксаторами и денитрификаторами, а также продуцентами биологически активных веществ, эти бактерии вступают в тесные отношения с агрономически значимыми растениями. Прикрепляясь к корням и колонизируя ткани растений, азоспириллы способствуют улучшению роста, повышению урожайности и резистентности к патогенам, что обуславливают перспективность их использования в качестве активного агента бактериальных удобрений. Кроме того, *Azospirillum* отличаются пластичным метаболизмом углерода и азота, что в значительной мере способствует их адаптации, приживаемости и жизнедеятельности в конкурентных условиях ризосферы.

Несмотря на многочисленные экологические исследования, крайне ограничена информации о существовании *Azospirillum* вне ризосферы и филлосферы высших растений, однако в последние годы появились данные о выделении азоспирилл из нетипичных для них местобитаний. Так, *A. rugosum* [Young et al., 2008] и *A. picis* [Lin et al., 2009] были выделены из загрязненной нефтью почвы и выброшенной дорожной смолы. *A. thiophilum* была выделена из серного источника (Ставропольский край, Северный Кавказ, Россия) и продемонстрировала способность к литогетеротрофному росту в микроаэрофильных условиях с одновременным использованием органических субстратов и тиосульфата в качестве донора электронов для энергетического обмена [Lavrinenko et al., 2010]. *A. humicireducens* [Zhou et al., 2013] была изолирована с поверхности электрода микробного топливного элемента.

В ходе молекулярных исследований состава микробных сообществ верховых олиготрофных болот Европейской части России с помощью анализа генов 16s rРНК и *nifH* были получены данные о присутствии в них бактерий, филогенетически близких к бактериям рода *Azospirillum* [Дорошенко и др., 2007]. Нами была высказана гипотеза, что метаболическая пластичность азоспирилл позволяет им выживать в необычных условиях кислых болот. Одним из способов такого приспособления может быть использование одноуглеродных соединений, в первую очередь метанола, который может образовываться как промежуточный продукт микробного окисления метана в условиях недостатка кислорода, а также за счет разложения пектиновых веществ. В качестве популяционного механизма реализации этой возможности рассматривается образование ассоциаций с метанотрофными бактериями. Основанием для гипотезы послужил тот факт, что метилотрофный штамм *Azospirillum* sp. В2 был получен из стабильной накопительной метанотрофной культуры из почвы олиготрофного болота [Дорошенко и др., 2007].

Целью настоящей работы было изучение изолятов метилотрофных азоспирилл, полученных нами из болотных экосистем Европейской части России и

экспериментальная оценка возможности образования ими эффективных ассоциаций с метанотрофными бактериями.

Материалы и методы

Выделение и культивирование новых штаммов бактерий рода *Azospirillum* проводили с использованием полужидкой безазотной среды NFb с малатом натрия [Eckert et al., 2001]. Для оценки метилотрофного роста малат натрия заменяли на метанол или формиат (0.5 г/л). Культивирование проводили в течение 14 суток при 25°C.

В эксперименте по образованию ассоциаций с метанотрофными бактериями культивирование проводили на среде "П" [Гальченко 2001]. Бинарная культура, состояла из *Methylocystis minimus* 26 и *Azospirillum* sp. B2 в соотношении 3:1. В качестве единственного источника углерода и энергии использовали метан (метан: воздух=1:1). Инкубирование проводили в течение 14 суток при 29°C при постоянном перемешивании. Рост контролировали по величине оптической плотности суспензии (OD₆₀₀).

Идентификацию культур азоспирилл проводили методом секвенирования гена 16s рРНК. Для детекции *mxaF*, гена, кодирующего синтез альфа-субъединицы метаногидрогеназы, ключевого фермента окисления метанола, использовали праймерную систему F1003 и R1561 и условия ПЦР в соответствии с условиями, описанными в публикации [Lau et al., 2013].

Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей осуществляли онлайн-инструментом BLAST [Altschul et al., 1990] и сравнивали с нуклеотидными последовательностями 16s рРНК из базы данных GenBank. Филогенетическая дендрограмма, была получена с помощью метода neighbor-joining, реализованного в программном пакете MEGA4.

Рис.1 Филогенетическое древо, основанное на последовательностях генов 16S рРНК, сконструированных по методу neighbour-joining, иллюстрирующее связь между вновь выделенными штаммами *Azospirillum* sp. и ближайшими родственниками рода *Azospirillum*.

Оценка численности бактерий методом FISH (fluorescent in situ hybridization). Для детекции клеток метанотрофов II типа использовали рРНК-олигонуклеотидный зонд (Синтол, Россия), меченный флуоресцентным красителем Cy3 M-450 (5'-3'): АТС CAG GTA CCG TCA TTA TC. Гибридизацию проводили по общепринятым методам [Amann et al., 1990], препараты докрашивали раствором ДАФИ для оценки общего количества бактерий и анализировали с использованием люминесцентного микроскопа AxioImager D1 (Carl Zeiss, Германия).

Результаты и обсуждение

Штаммы *Azospirillum* sp. B2, B21, B22 были выделены из почв кислых верховых сфагновых болот Тверской области как компоненты накопительных метанооксиляющих культур [Дорошенко и др. 2007]. В 2018 году из образца торфа осушенного болота Московской области нами был выделен штамм Sh 1, относящийся к роду *Azospirillum*. Филогенетический анализ (Рис.1) показал, что три культуры B21, B22 и Sh 1 образуют компактный кластер и ближайшими валидно описанными культурами для них являются *A. oryzae* COC8^T и *A. zeae* N7. В то же время штамм B2 формировал отдельную ветвь на филогенетическом древе и наибольшая степень сходства была выявлена с *A. humicireducens* SgZ-5^T (Рис.1).

Экспериментальная проверка показала, что все четыре штамма использовали метанол и формиат в качестве единственного источника углерода.

С помощью ПЦР-анализа нам не удалось детектировать наличие *mxaF*, гена-маркера окисления метанола, кодирующего синтез метанолдегидротгеназы, ни для одного из болотных изолятов азоспирилл. Для выяснения путей метаболизма метанола было проведено секвенирование генома штамма B2, в результате которого *mxaF* не был детектирован, но был найден гомолог метанолдегидротгеназы – ген *хохF* [Grouzdev et al. 2018]. Ранее присутствие только *хохF* гена было показано лишь для метилотрофных представителей *Verrucomicrobia*.

Болота являются одним из важнейших естественных источников метана, окисление которого осуществляют метанотрофные бактерии, составляющие значительную часть микробного сообщества в болотных экосистемах. Интермедиатом окисления метана является метанол, который, согласно нашей гипотезе, используют азоспириллы, образующие ассоциации с метанотрофными бактериями. Для проверки нами была составлена и изучена искусственная бинарная культура, состоящая из *Methylocystis minimus* 26 и *Azospirillum* sp. B2. в соотношении 3:1. Результаты эксперимента приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Количественные характеристики роста бинарной культуры и ее компонентов на среде с метаном в качестве единственного источника углерода и энергии. Приведены усредненные данные 3-х повторностей эксперимента

Вариант опыта	Общее количество клеток в мл (окраска DAPI)		Количество клеток МТ в мл Зонд М 450		Количество клеток AZ в мл		Состав сообщества, соотношение МТ:AZ	
	0 сут	14 сут	0 сут	14 сут	0 сут	14 сут	0 сут	14 сут
Метанотроф (МТ)	0,53×10 ⁵	1,12×10 ⁶	0,53×10 ⁵	1,12×10 ⁶	0	0	1:0	1:0
Азоспирилла (AZ)	2,04×10 ⁵	1,6×10 ⁵	0	0	2,04×10 ⁵	1,6×10 ⁵	0:1	0:1
Бинарная культура	1,53×10 ⁵	4,6×10 ⁶	1,11×10 ⁵	3,5×10 ⁶	0,42×10 ⁵	1,1×10 ⁶	3:1	3:1

Из данных таблицы следует, что в отсутствие метанотрофов увеличение численности азоспирилл на среде с метаном не происходило. В то же время, в бинарной культуре оба компонента давали прирост численности клеток, и для азоспириллы он составил более 20 раз за 14 сут. При этом соотношение МТ:АЗ оставалось неизменным.

Таким образом, установлено, что распространение бактерий рода *Azospirillum* гораздо шире, чем было известно ранее. Экологический механизм выживания азоспирилл в водонасыщенных местообитаниях с высоким уровнем образования метана может реализоваться в форме образования ассоциаций с метанооксиляющими организмами и использования метанола в качестве источника углерода.

Гипотеза получила экспериментальное подтверждение в настоящей работе - рост азоспирилл может осуществляться за счет использования метанола, которое контролируется для штамма В2 геном *хохF*. Детальное изучение метаболизма и генетических характеристик группы метилотрофных азоспирилл В21, В22 и Sh1 составят предмет наших дальнейших исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта мол_а № 18-34-00390.

1. Altschul S, Gish W, Miller W, Myers E, Lipman D. Basic local alignment search tool. J Mol Biol 1990. 215: 403–410.
2. Amann RI, Krumholz L, Stahl DA. Fluorescent-oligonucleotide probing of whole cells for determinative, phylogenetic, and environmental studies in microbiology. J Bacteriol 1990. 172(2): 762–770.
3. Dobereiner J. Associative symbioses in tropical grasses: Characterization of microorganisms and dinitrogen fixing sites. J. Dobereiner, J.M. Day. Nitrogen Fixation: proc. 1st Int. Symp. Eds. W.E. Newton and C.J. Nyman; Washington State Univ. Press. Pullman. Washington. USA. 1976. 518–538.
4. Eckert B, Weber OB, Kirchhof G, Halbritter A, Stoffels M et al. *Azospirillum doebereineriae* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium associated with the C4-grass *Miscanthus*. Int J Syst Evol Microbiol 2001. 51: 17–26.
5. Grouzdev DS, Tikhonova EN, Krutkina MS, Kravchenko IK. Genome sequence of methylotrophic *Azospirillum* sp. strain B2, isolated from a raised Sphagnum bog. Genome Announc 2018. 6(23): e00492–18.
6. Lau E, Fisher MC, Steudler PA, Cavanaugh CM. The methanol dehydrogenase gene, *mxhF*, as a functional and phylogenetic marker for proteobacterial methanotrophs in natural environments. PLoS ONE 2013. 8(2): e56993.
7. Lavrinenko K, Chernousova E, Gridneva E, Dubinina G, Akimov V et al. *Azospirillum thiophilum* sp. nov., a diazotrophic bacterium isolated from a sulfide spring. Int J Syst Evol Microbiol 2010. 60:2832–2837.
8. Lin SY, Young CC, Hupfer H, Siering C, Arun AB et al. *Azospirillum picis* sp. nov., isolated from discarded tar. Int J Syst Evol Microbiol 2009. 59: 761–765.
9. Somers E, Vanderleyden J, Srinivasan M. Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet. Crit Rev Microbiol 2004. 30(4): 205–224.
10. Tyler ME. Isolation of *Azospirillum* from diverse geographic regions. Can J Microbiol 1979. 25(6): 639–697.
11. Vlassak K. Agronomic aspects of biological dinitrogen fixation by *Azospirillum* spp in temperate zone. Associative N₂–fixation 1981. 1: 93–101.
12. Young CC, Hupfer H, Siering C, Ho MJ, Arun AB et al. *Azospirillum rugosum* sp. nov., isolated from oil-contaminated soil. Int J Syst Evol Microbiol 2008. 58: 959–963.
13. Zhou S, Han L, Wang Y, Yang G, Zhuang L et al. *Azospirillum humicireducens* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium isolated from a microbial fuel cell. Int J Syst Evol Microbiol 2013. 63: 2618–2624.
14. Гальченко В.Ф. Метанотрофные бактерии. Москва. ГЕОС. 2001.
15. Дорошенко ЕВ, Булыгина ЕС, Спиридонова ЕМ, Турова ТП, Кравченко ИК. Выделение и характеристика азотфиксирующих бактерий рода *Azospirillum* из почвы сфагнового болота. Микробиология 2007. 76(1): 107–115.

РАЗДЕЛ XV. МЕДИЦИНА

Аксёнов В.В.

Несилловые электромагнитные поля в экспериментах

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
(Россия, Новосибирск)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-57

idsp: sciencerussia-10-02-2019-57

Аннотация

В статье предложен обзор проявлений несилловых электромагнитных полей в различных экспериментах, встречающихся как в лабораторной практике и технике, так и в природных явлениях на Земле. Приведено физико-математическое обоснование возникновения несилловых электромагнитных полей в природе и лабораторной практике. Обоснованы и объяснены некоторые давно известные эксперименты с электромагнитными полями.

Ключевые слова: несилловые электромагнитные поля, природа несилловых ЭМП, лабораторная практика.

1. Введение

Термин несилловые магнитные поля был впервые введён в научный оборот С. Чандрасекаром в 1956 г., исходя из известной формулы для силы Лоренца [1]. В Максвелловской электродинамике сила Лоренца определяется выражением:

$$\mathbf{F} = [\mathbf{j} \times \mathbf{B}] > 0. \quad (1)$$

Формула (1) указывает на силовой характер магнитного поля. Присутствие силы Лоренца в магнитных полях и экспериментах с ними в технической электродинамике многократно подтверждено.

С. Чандрасекар в [1] предположил, что могут быть такие магнитные поля, сила Лоренца в которых равна нулю:

$$\bar{\mathbf{F}} = [\mathbf{j} \times \mathbf{B}] = 0. \quad (2)$$

Формула (2) предполагает существование таких электрических токов и таких магнитных полей, для которых формула (2) выполняется.

После работ С. Чандрасекара появилось большое количество теоретических научных работ, библиография которых приведена в монографиях Г. Моффата [2], Ю. Паркера [3], Е.Г. Марша [4] и многих других. В этих работах было показано, что кроме обычных силовых магнитных полей, известных со времён Герца, Максвелла, Лоренца и др. в природе могут существовать ещё и несилловые (non-force) тороидальные (двухкомпонентные) магнитные поля [1, 5].

В тоже время Т. Кауллингом в [6] была доказана «теорема» о невозможности возбуждения несилловых магнитных полей электрическими токами, сосредоточенными в плоских и цилиндрических областях и на таких же поверхностях.

Ю. Паркером в семидесятых годах прошлого века была опубликована двухтомная монография, в которой была развита теория космических магнитных полей, и в которой несилловые магнитные поля возбуждались не электрическими токами, а силовым магнитным полем по формуле, аналогичной формуле для скорости в гидродинамике $\nabla \times \mathbf{V} = k\mathbf{V}$, а именно [3]:

$$\nabla \times \mathbf{H} = k\mathbf{H}, \quad (3)$$

где $k[\frac{1}{\text{м}}]$ – размерный коэффициент.

Это позволило Ю. Паркеру отказаться от первого уравнения Максвелла $\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{j}$, а тороидальные несиловые и полоидальные силовые магнитные поля в космической электродинамике Ю. Паркера возбуждались за счёт турбулентности в магнитных полях из-за большого магнитного числа Рейнольдса в космосе $R_{em} \approx 10^{17}$, конвекции и неравномерного вращения космических объектов.

Необходимая для возбуждения несилового магнитного поля турбулентность по Ю. Паркеру и конвекция автоматически были перенесены в теорию динамо-возбуждения земного магнитного поля. После чего появилась большая серия теоретических работ физиков и геофизиков по земному магнетизму, хотя и не подтверждённых экспериментально данными МГГ и всемирной магнитной съёмкой.

Тем не менее формула (2) всё-таки требует указать электрические токи и магнитные поля, для которых формула (2) выполняется, несмотря на запретную теорему Т. Кауллинга [6].

Для естественного электромагнитного поля (ЭМП) (для главного геомагнитного поля (ГГП) и его вариаций), согласно [5], справедливо уравнение:

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \frac{1}{\sigma \mu} \Delta \mathbf{B} - \nabla \times [\mathbf{V} \times \mathbf{B}]. \quad (4)$$

Это уравнение справедливо из-за малых значений магнитного числа Рейнольдса на Земле $R_{em} \approx 10^3 \div 10^5$ [3, 13]. Формула (4) предполагает наличие в ЭМП Земли не только диффузионных и индукционных электромагнитных полей, но и гидромагнитных ЭМП. Гидромагнитные эффекты на Земле в естественном электромагнитном поле зафиксированы экспериментально [7 – 9]. Поэтому решение проблемы существования таких электрических токов и таких магнитных полей, для которых справедлива формула (2) на Земле, имеет положительную перспективу. Хотя экспериментального подтверждения в лабораторных экспериментах существования несиловых электромагнитных полей по Ю. Паркеру пока не состоялось [12, 16].

2. Определение несиловых и силовых электромагнитных полей

В работах [5, 10, 11] доказаны ряд важных теорем для понимания природы и свойств несиловых и силовых ЭМП. Главное, что доказано в этих работах состоит в том, что можно определить несиловые и силовые ЭМП, исходя из всюду верной нулевой дивергенции напряжённости магнитного поля из-за отсутствия магнитных зарядов:

$$\nabla \cdot \mathbf{H} = 0, \quad \mathbf{H} = \nabla \times \mathbf{A}, \quad \mathbf{A} = (Q\mathbf{r}) + \nabla \times (Q\mathbf{r}). \quad (5)$$

Здесь Q – скалярная функция трёх (или четырёх при $t > 0$) переменных. Формулы (5) позволяют определить электромагнитные поля следующим образом [5, 10]:

$\mathbf{H}_T = \nabla \times (Q\mathbf{r})$ – тороидальное двухкомпонентное несиловое магнитное поле,

$\mathbf{H}_P = \nabla \times \nabla \times (Q\mathbf{r})$ – полоидальное силовое магнитное поле,

$\mathbf{E}_T = -i\omega\mu\nabla \times (Q\mathbf{r})$ – двухкомпонентное силовое тороидальное переменное электрическое поле,

$\mathbf{E}_P = \frac{1}{\sigma} \nabla \nabla \cdot (Q\mathbf{r})$ – несиловое полоидальное электрическое поле.

Здесь σ – удельная проводимость в области определения $\mathbf{E}_P$, ω – круговая частота переменного поля.

Эти определения позволяют доказать силовой характер электромагнитных полей $\mathbf{H}_P, \mathbf{E}_T$ и несиловой характер полей $\mathbf{H}_T, \mathbf{E}_P$. Кроме того, достаточно просто доказываемая справедливость формулы (2) в несиловых электромагнитных полях и только они отвечают формуле (2) [5, 10].

Силовая часть ЭМП (формула (1)):

$$\mathbf{F} = [\mathbf{j}_T \times \mathbf{B}_p] = [\sigma \mathbf{E}_T \times \mu \mathbf{H}_T] \neq 0,$$

$$\text{э.д.с.} = \oint_L (\mathbf{E}_T \cdot d\mathbf{l}) = \int_W (\nabla \times \mathbf{E}_T \cdot d\mathbf{s}) = -\mu \int_W \left(\frac{\partial \mathbf{H}_p}{\partial t} \cdot d\mathbf{s} \right) \neq 0.$$

Несиловая часть (формула (2)):

$$\bar{\mathbf{F}} = [\mathbf{j}_T \times \mathbf{B}_T] = [\chi \mathbf{H}_T \cdot \mu \mathbf{H}_T] \equiv 0,$$

$$\text{э.д.с.} = \oint_L (\mathbf{E}_p \cdot d\mathbf{l}) = \int_W (\nabla \times \mathbf{E}_p \cdot d\mathbf{s}) \equiv 0.$$

В несилевой части сила Лоренца $\bar{\mathbf{F}}$ тождественно равна нулю из-за совпадения направления магнитных полей в векторном произведении. Константы χ и μ направления не изменяют. Э.д.с. равна нулю из-за определения $\mathbf{E}_p$ как градиента скаляра, равного дивергенции вектора (Qr). Ротор градиента всегда равен нулю. В формуле (6) тороидальный электрический ток $\mathbf{j}_T$ есть следующая величина [5, 10]:

$$\mathbf{j}_T = \chi \mathbf{H}_T = \frac{\gamma}{\eta} \mathbf{H}_T = \sigma (\gamma \mu \mathbf{H}_T) = \sigma \mathbf{E}_T. \quad (7)$$

Здесь $\eta = \frac{1}{\sigma \mu}$ – магнитная вязкость, γ – скорость диффузии.

Уравнение для взаимной генерации магнитных полей, согласно [5, 10], есть:

$$\nabla \times \mathbf{H}_T = \mathbf{H}_p, \quad \nabla \times \mathbf{H}_p = \chi \mathbf{H}_T. \quad (8)$$

Здесь $\chi = \frac{\gamma}{\eta}$, γ – скорость диффузии, $\eta = \frac{1}{\sigma \mu}$ – магнитная вязкость при $t = 0$, в

переменном поле $\chi = (i\omega \mu \sigma)^{1/2}$ при $t > 0$, ω – круговая частота.

Выше перечисленные свойства несилевых и силовых электромагнитных полей позволяют найти для них эксперименты, в которых эти поля проявляют себя на Земле. Главное, что следует из формулы (7), состоит в том, что несилевые электромагнитные поля возбуждаются двухкомпонентным тороидальным током $\mathbf{j}_T$. Это позволяет для создания несилевых электромагнитных полей на Земле обойтись без введения (или создания) турбулентности или конвекции (из-за малых чисел Рейнольдса $R_{em} \approx 10^3 \div 10^5$). Есть возможность получить в эксперименте на Земле несилевое тороидальное магнитное поле от тороидального электрического тока $\mathbf{j}_T$, свойства которого при этом должны иметь особый характер, который обсудим ниже.

3. Наличие несилевых и силовых электромагнитных полей в экспериментах на Земле

Как известно на Земле были проведены глобальные эксперименты с ГГП и ЭМП в период двух международных геофизических годов (МГГ) 1933 и 1957/58 гг. и всемирной магнитной съёмки 1964/65 гг. Данные этих экспериментов опубликованы ИЗМИРАН и ЛОИЗМИРАН достаточно давно и общеизвестны. Автором разработана теория интерпретации этих данных с учётом существования в них несилевых и силовых магнитных полей [13]. Анализ данных всемирных съёмок по предложенной автором теории однозначно подтвердил существование в атмосфере Земли несилевых (по более ранней терминологии беспотенциальных) электромагнитных полей в атмосфере Земли. Этот факт однозначно подтверждает эксперименты в [7–9]. Поэтому проявление несилевых ЭМП на Земле в естественном электромагнитном поле позволяет утверждать имеющее место наличие в природе не только силовых по Лоренцу ЭМП, для которых $\mathbf{F} > 0$, э.д.с. $\neq 0$, но и несилевых ЭМП, для которых $\bar{\mathbf{F}} = 0$, э.д.с. $= 0$.

4. Источники несиловых электромагнитных полей

Выше было отмечено, что источником несилового магнитного поля являются двухкомпонентные тороидальные электрические токи. В работах [5, 10] доказана важнейшая для понимания источников несилового магнитного поля $\mathbf{H}_T$ и силового $\mathbf{H}_P$ теорема, утверждающая что:

Источником несилового $\mathbf{H}_T$ и силового $\mathbf{H}_P$ являются сферические тороидальные электрические токи, расположенные в сферических слоях или на сферических поверхностях.

Сферичность электрического тока $\mathbf{j}_T$ является неременным условием возбуждения $\mathbf{H}_T$. Это условие позволяет обойти в том числе запретную теорему Т. Кауллинга [6]. В естественном электромагнитном поле электрические токи $\mathbf{j}_T$ располагаются в электрически однородном сферическом F-слое ядра Земли [14] или на сферической поверхности ионосферы [15]. В этих областях имеют место достаточно сильные электрические токи: в F-слое ядра Земли сила тока порядка 10^9 Ам, в ионосфере в источнике спокойных солнечно-суточных вариаций сила тока порядка 200 000 Ам [13]. Поэтому на поверхности Земли достаточно уверенно фиксируется напряжённость несилового магнитного поля $\mathbf{H}_T$ как в ГПП (до 10% напряжённости), так и в его длиннопериодных спокойных солнечно-суточных вариациях (в S_q -вариациях до 40% напряжённости) [13].

В лабораторных экспериментах на Земле, основанных на идее Ю. Паркера о возбуждении $\mathbf{H}_T$ в результате турбулентности, пока не зафиксировано появление несилового тороидального магнитного поля $\mathbf{H}_T$ [12]. Как нам представляется, эксперименты с созданием турбулентности с помощью турбулентного закручивания жидкого натрия или лития (как это было сделано в лабораторных экспериментах в Риге и в Варшаве в своё время) не дали результата из-за малых магнитных чисел Рейнольдса на Земле $R_{em} = l\sigma\mu|V| \approx 10^3 \div 10^5$ в связи с малыми $-l$ – [3, 13]. Эксперимент необходимо переориентировать на создание сферического тороидального двухкомпонентного электрического тока $\mathbf{j}_T$, от которого можно уверенно зафиксировать появление несилового магнитного поля $\mathbf{H}_T$ в лабораторных условиях. Косвенным подтверждением этого может служить квантовый эффект, названный в своё время эффектом Ааронова-Бома, полученный в лабораторной практике [17].

5. Квантовый эффект Ааронова-Бома

В работе [10] подробно разобран эффект, возникающий в связи с пролётом заряженных частиц поперек бесконечно длинного соленоида с электрическим током, магнитное поле в котором, согласно Максвелловской электродинамике, сосредоточено внутри соленоида. Вне соленоида силовое магнитное поле отсутствует. Тем не менее заряженные частицы отклоняются от своей траектории, имеющей место при отключённом токе в соленоиде. Р. Фейнман в [17] объяснил это влиянием на поведение заряженных частиц вне соленоида действием векторного потенциала при включённом в соленоид токе.

Согласно формуле (5) и определениям, восходящим к формуле (5), векторный потенциал дуален [10]. В нём есть слагаемое $\nabla \times (\mathbf{Qr})$, которое как раз представляет несиловое магнитное поле $\mathbf{H}_T = \nabla \times (\mathbf{Qr})$. В [10] доказано, что это поле как раз и отклоняет заряженные частицы вне соленоида, где оно и присутствует.

Поэтому объяснение эффекта Ааронова-Бома Р. Фейнманом в принципе верно, только не досказано до конца. А именно не досказано то, что векторный потенциал при определённых условиях может содержать в себе несиловое магнитное поле $\mathbf{H}_T$, являясь одновременно и математической функцией за счёт первого слагаемого в (5), как это и считают математики. Данное проявление несилового магнитного поля в квантовой

электродинамике символично в том смысле, что доказывает наличие несилового магнитного поля H_T в лабораторной практике от электрического тока в соленоиде, минуя требование присутствия турбулентности, конвекции и неравномерного вращения объектов, как у Ю. Паркера.

6. Несиловое магнитное поле в токамаках и пробкотронах

Подробный обзор истории создания токамаков и их неудачах в воспроизведении термоядерной реакции в лабораторных условиях великолепно выполнен Э.А. Азизовым в [18]. В обзоре указано, что более 200 токамаков дали отрицательный результат, виновником которого названо неустойчивое поведение нагретой плазмы внутри «бублика» токамака. Исследование в [10] показывает, что проблема не в неустойчивости плазмы (она вторична), а в возникновении внутри «бублика» токамака и в «трубе» пробкотрона самогенерации магнитных полей по формуле (8). Это приводит к взрывной неустойчивости из-за появления в результате самогенерации, например, в «бублике» токамака, полоидального магнитного поля большой напряжённости и направленного к стенкам токамака по первой формуле из (8). Самогенерация возникает как в токамаках, так и в пробкотронах, когда в эти устройства вводится предварительно нагретая плазма. Тогда возникает необходимый для самогенерации множитель из второго слагаемого формулы (8) не равный нулю ($\chi \neq 0$) и теряется стационарность магнитного поля внутри устройств.

Единственный способ удержать токамаки и пробкотроны от возникающей в них самогенерации тороидальных и полоидальных магнитных полей это найти технические возможности непрерывно создавать полоидальное магнитное поле в *противофазе* возникающему при первом и последующих актах самовозбуждения. Из формулы (8) следует, что дополнительное полоидальное магнитное поле, снимающее (подавляющее) возникающее, должно быть направлено от стенок к центру плазменной струи. Такое магнитное поле как раз и будет в противофазе возникающему (формула (8)). Этот теоретический результат, выявляющий проявление несилового тороидального магнитного поля в токамаках и пробкотронах, ещё должен быть подтверждён экспериментально. Тем не менее этот теоретический результат, как нам представляется, выводит затянувшуюся на долгие десятилетия попытку получить термоядерный синтез в лабораторных условиях на новый уровень понимания поведения магнитных полей при попытке удержать нагретую плазму внутри предназначенных для этого технических устройств.

7. Возникновение несилового магнитного поля в конденсаторах

Подробное исследование проявления несилового магнитного поля в конденсаторах колебательных контуров изложено в [19]. Одна из основных проблем конденсаторов заключается в том, надо ли экранировать конденсаторы в связи с возникновением в них токов смещения, которые по мнению некоторых учёных должны создавать магнитное поле, как и токи проводимости, согласно первому уравнению Максвелла. Скептики на этот счёт придерживаются иного мнения. Они утверждают, что конденсаторы от магнитного поля экранировать не принято, значит его и нет. В работе [19] исследована эта ситуация и показано, что магнитное поле от токов смещения в конденсаторах есть, но оно *несиловое*. Поэтому это несиловое магнитное поле электрических токов в окружающих приборах не создаёт, согласно первой формуле из (8), и поэтому не принято экранировать конденсаторы от влияния несилового магнитного поля токов смещения. К тому же это поле достаточно мало [19] и ощутимо проявляет себя на достаточно высоких частотах.

8. Скин-эффект и несиловые магнитные поля

Проблема скин-эффекта в переменных магнитных полях весьма болезненно проявляется в геофизической разведке переменным магнитным полем при исследовании земных слоёв. Этот эффект не позволяет переменному магнитному полю проникать на глубину исследуемой области из-за наводимого первичным магнитным полем вторичных токов в среде, магнитное поле которых наводится в противофазе первичному. Поэтому оно «подрезает» проникновение первичного магнитного поля

внутри области. До сих пор эта проблема считалась неразрешимой. Тем не менее в [20] предложено для зондирования Земли переменным магнитным полем использовать несиловое магнитное поле, которое согласно уравнению $\nabla \times \mathbf{H}_T = \mathbf{H}_P$ (первая формула (8)) не подвержено скин-эффекту, так как не индуцирует вторичный электрический ток, а индуцирует силовое магнитное поле. Согласно [20] эффект от применения несилового $\mathbf{H}_T$ позволяет более чем в три раза увеличить глубину проникновения магнитного поля в исследуемую среду.

Источником, который позволяет создать $\mathbf{H}_T$, как выяснено выше, является тороидальный сферический электрический ток $\mathbf{j}_T$ или ток смещения. Необходимо только разработать технические источники такого магнитного поля. Первый опыт использования при зондировании Земли природного источника несилового магнитного поля, имеющего место в источнике спокойных солнечно-суточных вариаций земного магнитного поля, опубликован в [15].

9. Несиловое электрическое поле в краткосрочном прогнозе землетрясений

Из многочисленных публикаций геологов на тему краткосрочного прогноза землетрясений на Земле следует, что эта проблема не имеет научного обоснования или научных предложений её решения.

Наводящей информацией на тему краткосрочного прогноза для автора послужила работа [22] турецких исследователей, предложивших использовать для этого электрическое поле. Эксперименты с электрическим полем на небольших по амплитуде землетрясениях в Турции эти исследователи опубликовали на конференции сейсмологов в Италии [22].

Главное в чём следовало разобраться, какое электрическое поле необходимо использовать. Подробное исследование этого вопроса опубликовано в [21]. Согласно этому исследованию для краткосрочного прогноза наиболее подходит *несиловое электрическое поле*, записанное в последней строке определений после формулы (5). Вертикальная компонента этого электрического поля (E_z по более ранней терминологии) обязана перераспределению зарядов на бортах трещин, которые после образования полей трещиноватости и схлопывания этих полей в разрыв способствуют возникновению землетрясений [23].

Далее, изменения в E_z усиливаются на поверхности Земли разностью проводимостей верхнего слоя Земли и воздуха (согласно граничному условию для вертикальной к поверхности Земли компоненте из [21]), $\sigma_3 \gg \sigma_0$, где σ_3 – удельная проводимость верхнего слоя Земли, σ_0 – удельная проводимость приповерхностного слоя воздуха, равная примерно $10^{-14}(\text{Омм})^{-1}$. Подробное исследование этой проблемы приведено в [21] путём привлечения к исследованию уравнений теплоэлектромагнитоупругости, записанных не в константах Ламе, а в константах Работнова-Ломакина для трещиноватой среды. Компьютерное моделирование с помощью названных уравнений продемонстрировало возможность краткосрочного прогноза землетрясений путём мониторинга несиловой части электрического поля, а именно E_z компоненты этого поля.

10. Обобщённые уравнения электродинамики с учётом несиловых ЭМП

В работе [24] предпринята попытка записать общие для электродинамик Максвелла-Паркера-Моффата уравнения с учётом несиловой составляющей, найденной в природе и проявившей себя в лабораторных экспериментах за последнее время [1–24]. Общий вид этих уравнений следующий:

$$\begin{aligned} \nabla \times \mathbf{H}_P &= \mathbf{j}_T + \mathbf{j}_T^{CT}, \quad \nabla \times \mathbf{H}_T = \mathbf{H}_P, \\ \nabla \times \mathbf{E}_T &= -\frac{\partial \mathbf{B}_P}{\partial t}, \quad \nabla \times \mathbf{E}_P = 0, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\nabla \cdot (\mathbf{H}_P, \mathbf{H}_T) = 0, \quad \nabla \cdot (\mathbf{E}_T, \mathbf{E}_P) = 0,$$

$$\mathbf{D}_{P,T} = \varepsilon \mathbf{E}_{P,T}, \quad \mathbf{B}_{P,T} = \mu \mathbf{H}_{P,T}.$$

В сферических координатах компоненты ЭМП, названные в (9), записываются следующим образом:

$$\begin{aligned} H_{P\theta} &= \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \frac{\partial}{\partial \theta} (Qr) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} r A_\varphi, \quad H_{P\varphi} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} (Qr) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} r A_\theta \\ H_{Pr} &= -\frac{1}{r^2 \sin \theta} \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \sin \theta \frac{\partial (Qr)}{\partial \theta} + \frac{\partial}{\partial \varphi} \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial (Qr)}{\partial \varphi} \right) = \\ &= -\frac{1}{r \sin \theta} \left(-\frac{\partial}{\partial \theta} \frac{1}{\sin \theta} A_\varphi + \frac{\partial A_\theta}{\partial \varphi} \right) \\ E_{T\theta} &= -i\omega\mu_0 \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} (Qr) = -i\omega\mu_0 A_\theta, \quad E_{T\varphi} = -i\omega\mu_0 \left(-\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} (Qr) \right) = -i\omega\mu_0 A_\varphi, \\ H_{T\theta} &= \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} (Qr) = \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} A_r, \quad H_{T\varphi} = -\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} (Qr) = -\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} A_r, \\ E_{P\theta} &= \frac{1}{\sigma'} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 (Qr) = \frac{1}{\sigma'} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 A_r, \\ E_{P\varphi} &= \frac{1}{\sigma'} \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 (Qr) = \frac{1}{\sigma'} \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 A_r, \\ E_{Pr} &= \frac{1}{\sigma'} \frac{\partial}{\partial r} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 (Qr) = \frac{1}{\sigma'} \frac{\partial}{\partial r} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} r^2 A_r. \end{aligned} \tag{10}$$

При этом скалярная функция Q класса C^∞ удовлетворяет уравнению $\Delta Q + \chi Q = 0$, а все компоненты электромагнитного поля выражаются с помощью одного скалярного потенциала Q .

11. Заключение

Реферативный стиль обзора вызван тем, что исследования, освещающие те или иные проблемы экспериментов и решаемые с помощью несиловых электромагнитных полей, были опубликованы в различных научных журналах и монографиях, а сами по себе они обширны по объёму. Небольшой перечень наиболее значимых из них приведён в списке литературы, что облегчает знакомство с подробными доказательствами решений, упомянутых проблем.

1. Chandrasekhar, S. On force-free magnetic fields / S. Chandrasekhar // Proc. Nat. Acad. Sci. of USA. – 1956, Vol.42, №1. – P. 1–5.
2. Моффат, Г. Возбуждение магнитного поля в проводящей среде / Г. Моффат. – М. : Мир, 1980. – 334 с.
3. Паркер, Ю. Космические магнитные поля. В двух томах / Ю. Паркер. – М. : Мир, 1982. – 1088 с.
4. Marsh G.E. Force-free Magnetic Field: Solution, Topology and Applications // Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. 1966.
5. Аксёнов, В. В. Несиловые и силовые электромагнитные поля / В. В. Аксёнов // Изв. Вузов. ФИЗИКА. – 2016, т.59, №3. – С. 3–10.
6. Кауллинг Т. Магнитная электродинамика. М.: Атомиздат. 1978. 96 с.
7. Van Vleuten, A. Over de dagelijksche Variatie van het Ardmagnetisme / A. Van Vleuten // Koninlijk Ned. Meteor. Instit. – Utrecht, 1917, №102. – P. 5–30.
8. Бенькова, Н. П. Спокойные солнечно-суточные вариации земного магнетизма / Н. П. Бенькова. М.–Л.: Гидрометеиздат, 1941. – 71 с.
9. Четаев, Д. Н. О структуре поля короткопериодической геомагнитной вариации и магнитотеллурическом зондировании / Д. Н. Четаев // Физика Земли, 1970, №2. – С. 52–55.

10. Аксёнов, В. В. Тороидальное разложение векторного потенциала магнитного поля и его приложения / В. В. Аксёнов // ВМУ. Серия 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. – 2015, №6. – С. 127–133.
11. Аксёнов, В. В. О некоторых соленоидальных векторных полях в сферических областях / В. В. Аксёнов // Дифференциальные уравнения. – 2012, т. 48, №7. – С. 1056–1059.
12. Соколов, Д. Д., Степанов Р.А., Фрик П.Г. Динамо на пути от астрофизических моделей к лабораторному эксперименту / Д. Д. Соколов, Р. А. Степанов, П. Г. Фрик // УФН. – 2014, т. 184, №3. – С. 313–335.
13. Аксёнов, В. В. Электромагнитное поле Земли / В. В. Аксёнов. – Новосибирск: Изд. ИВМиМГ СО РАН, 2010. – 266 с.
14. Аксёнов, В. В. Об источнике главного геомагнитного поля. Часть 2 / В. В. Аксёнов // Изв. Вузов. Геология и разведка. – 2012, №5. – С. 54–60.
15. Аксёнов, В. В. Тороидальные электрические токи спокойных солнечно-суточных вариаций, применяемых в глубинной электроразведке / В. В. Аксёнов // Изв. Вузов, Геология и разведка. – 2014, №2. – С. 45–54.
16. Zeldovich Ya., Rusmaikin A., Socoloff D. Magnetic field in astrophysics. Gordon and Breach N. Y. 1983. 483 p.
17. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэнс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир. 1966. Вып 6. (Электродинамика). 343 с.
18. Азизов Э.А. Токамаки от А.Д. Сахарова до наших дней (60 лет токамакам) // УФН. 2012. Т. 182. №2. С. 202–215.
19. Аксёнов В.В. Несиловые переменные электромагнитные поля токов смещения в конденсаторах // Новосибирск: Сборник научных трудов НГТУ. 2016. №1 (83). С. 69–75.
20. Аксёнов В.В. О глубинности исследования земной коры переменным электромагнитным полем // Изв. Вузов. Геология и разведка. 2009. №2. С.39–41.
21. Аксёнов В.В. Математическое моделирование предвестников землетрясений, возникающих в физических полях // Изв. Вузов. Геология и разведка. 2016. №3. С.36–44.
22. Ustundag B., Ozerden S. Earthquake prediction using a new monopolar electric field probe // European Seismological Congress (ESC2002). Genoa, September 2002.
23. Алексеев А.С., Аксёнов В.В. Об электрическом поле в очаговой зоне землетрясений // Доклады РАН. 2003. Т. 392. №1. С. 106–110.
24. Аксёнов В.В. О трёх электродинамике на Земле и в космосе // The Way of Science. 2017. №7. Р. 8–15.

Гудкова П.И., Даниленко В.С.

Синдром гиперстимуляции яичников и методы его прогнозирования

*ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-58

idsp: sciencerussia-10-02-2019-58

Аннотация

На современном этапе количество бесплодных браков неуклонно растёт. Вспомогательные репродуктивные технологии, в том числе экстракорпоральное оплодотворение, помогают преодолеть данную проблему. Одним из серьёзнейших осложнений этой процедуры является синдром гиперстимуляции яичников (СГЯ). В настоящее время врачи-репродуктологи научились прогнозировать данный синдром, используя определенные критерии. Нами было проведено исследование на базе гинекологического отделения СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», целью которого являлся анализ критериев прогнозирования степени синдрома гиперстимуляции яичников. Мы пришли к заключению, что антимюллеров гормон (АМГ) $>3,6$ нг/мл, количество пунктированных фолликулов >14 , СГЯ в прошлом, синдром поликистозных яичников и мультифолликулярные яичники в анамнезе повышают вероятность возникновения исследуемого синдрома. Оценка факторов риска, ранняя профилактика, своевременное выявление и адекватное лечение СГЯ помогают предотвратить тяжелую степень данного синдрома и экстренную госпитализацию в стационар.

Ключевые слова: синдром гиперстимуляции яичников, вспомогательные репродуктивные технологии, экстракорпоральное оплодотворение, критерии прогнозирования.

Abstract

At the current stage the quantity of infertile couples is steadily increasing. Assisted reproductive technology, including in vitro fertilization, help resolve this problem. One of the most serious complication of this procedure is ovarian hyperstimulation syndrome (OHSS). Nowadays, IVF specialists know how to predict this syndrome, using some criterion. We did research at the gynecology department base in the Mariinskaya hospital in Saint-Petersburg, aimed to analyze the criterion for prediction a degree of ovarian hyperstimulation syndrome. We concluded that anti-Mullerian hormone (AMH) > 3,6 ng/ml, the number of punctured follicles >14, OHSS in the past, polycystic ovary syndrome and multi follicular ovaries in medical histories increase the likelihood of emergence of this syndrome. Risk factors assessment, early prevention and detection and appropriate treatment OHSS contribute to avoid a severe degree of this syndrome and emergency hospitalization.

Keywords: ovarian hyperstimulation syndrome, assisted reproductive technology, in vitro fertilization, criterion for prediction.

В современном мире количество бесплодных браков постоянно растет. В Российской Федерации их количество составило 13%-15% (РАМН, 2016г.). Одним из способов решения этой проблемы являются вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ), в том числе экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО). Санкт-Петербургский Международный Центр Репродуктивной Медицины выделяет ряд осложнений ВРТ: синдром гиперстимуляции яичников (СГЯ), аллергические реакции, связанные с введением препаратов для индукции суперовуляции и поддержки лютеиновой фазы стимулированного менструального цикла, наружное и внутреннее кровотечение после пункции яичников, перекрут яичника, острое воспаление или обострение хронического воспаления органов женской половой системы, внематочная беременность, многоплодная маточная и гетеротопическая беременность. СГЯ является наиболее частым осложнением ЭКО, так как в легкой степени практически всегда сопутствует индукции суперовуляции.

Синдром гиперстимуляции яичников (СГЯ) (Код МКБ-10: N98.1) - системное ятрогенное заболевание, развивающееся в результате активации продукции вазоактивных медиаторов яичниками на фоне стимуляции суперовуляции. СГЯ характеризуется повышением проницаемости капилляров, что приводит к выходу жидкости из сосудов, накоплению ее в окружающих тканях и гемоконцентрации. [2]

Российская Ассоциация Репродукции Человека собирает данные о ВРТ с субъектов РФ, анализирует их и создает единый регистр с 1999 года. В настоящее время наблюдается тенденция к снижению случаев СГЯ, потребовавших госпитализации. Это связано с постоянным усовершенствованием вспомогательных репродуктивных технологий, высокой квалификации врачей-репродуктологов и ранними методами профилактики СГЯ.

Таблица 1.

СГЯ, по тяжести течения потребовавшие госпитализации (РАРЧ)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Кол-во чел. за год	410	483	601	850	464	520	592	506	470	597	484
В расчете на число начатых циклов, %	2.2	2.04	1.95	2.1	1.2	0.9	0.94	0.7	0.5	0.5	0.4

Решающую роль в патогенезе СГЯ играет фактор роста эндотелия сосудов (ФРЭС) за счет увеличения проницаемости капилляров. Человеческий хорионический гонадотропин воздействует на клетки гранулезы, стимулируя секрецию ФРЭС. Другими вазоактивными медиаторами, которые могут влиять на развитие СГЯ, являются ангиотензин II, инсулиноподобный фактор роста, эпидермальный фактор роста, трансформирующий фактор роста альфа и бета, основной фактор роста фибробластов, тромбоцитарный фактор роста, интерлейкин -1В и интерлейкин-6,3,4. Ренин-ангиотензиновая система (РАС) является еще одним патофизиологическим механизмом, связанным с СГЯ. Доказано, что ХГЧ активирует РАС, что подтверждается высокой активностью ренина в фолликулярной жидкости женщин с СГЯ. [4]

В настоящее время в России используется классификация СГЯ по степеням тяжести. В иностранной литературе имеются более расширенные классификации, в которых степени тяжести подразделяются на классы. Хотя многие из исследований были опубликованы несколько десятилетий назад, они все еще актуальны и могут быть полезны в клинической практике. [3]

Таблица 2.

Классификация СГЯ (Клин. рекомендации 2015г.)

Тяжесть	Симптомы
СГЯ легкой степени	Жалобы: абдоминальный дискомфорт: чувство тяжести, напряжение, вздутие и незначительные тянущие боли в животе. Общее состояние удовлетворительное. Частота дыхания, пульс, АД в пределах нормы. УЗИ: диаметр яичников <8 см, в них множество фолликулов и лютеиновых кист. Асцит может отсутствовать или быть виде выпота в малом тазу Гематокрит <40%
СГЯ средней степени	Жалобы: явления абдоминального дискомфорта и боли в животе более выражены. Появляются гастроинтестинальные симптомы, такие как тошнота, рвота, реже диарея. Общее состояние удовлетворительное. Частота дыхания, пульс могут быть несущественно учащены, АД в пределах нормы или понижено. Прибавка массы тела. Увеличение окружности живота. УЗИ: яичники >8 см в диаметре, асцит. Гематокрит 40–45%
СГЯ тяжелой степени	Жалобы: те же, что при средней степени тяжести, могут быть более выраженными; иногда чувство страха. Вынужденное положение в постели (сидя). Общее состояние средней тяжести или тяжелое. Одышка, тахикардия, гипотония. Живот увеличен в объеме за счет выраженного напряженного асцита. Жидкость может быть обнаружена в плевральной и перикардиальной полостях. Отеки, анасарка. Расстройство гемодинамики органов малого таза может проявляться развитием отека наружных половых органов. Яичники превышают 12 см в диаметре. Олигурия Гемоконцентрация, гематокрит >45% Гипопротеинемия Лейкоцитоз >15х10 ⁹ /л
СГЯ критической степени	Жалобы и объективные данные те же, что при тяжелой степени. Напряженный асцит или массивный гидроторакс. Гематокрит >55%. Лейкоцитоз >25х10 ⁹ /л Острая почечная недостаточность, анурия. Тромбоэмболические осложнения. Респираторный дистресс-синдром взрослых (РДСВ).

Основными критериями для прогнозирования СГЯ являются уровень антимюллеровского гормона (АМГ) ($>3,6$ нг/мл), количество пунктированных фолликулов (>14), молодой возраст (<35 лет), низкий индекс массы тела ($<18,5$), синдром поликистозных яичников (СПЯ), мультифолликулярные яичники (8-10 фолликулов, диаметром до 10 мм) и СГЯ в анамнезе. [1,10]

На базе гинекологического отделения СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» мы провели исследование, целью которого являлся анализ критериев прогнозирования степени синдрома гиперстимуляции яичников. Методом исследования был выбран ретроспективный анализ серии случаев данного состояния среди пациентов, поступивших в гинекологический стационар экстренной помощи с диагнозом СГЯ. В связи с чем было проведено анкетирование и анализ историй болезни с целью выявления предикторов данного синдрома. За 2018 год было проанализировано 18 историй болезни с диагнозом синдром гиперстимуляции яичников. 16 из 18 (88,9%) пациентов имеют повышенный антимюллеровский гормон (АМГ) ($>3,6$ нг/мл), у 16 из 18 (88,9%) участвующих в исследовании пациентов пунктировано большое количество фолликулов (>14), в анамнезе у 8 из 18 (44,4%) СГЯ в прошлом, у 8 синдром поликистозных яичников (44,4%), у 3 (16,7%) мультифолликулярные яичники. У 10 из 18 (55,6%) пациенток молодой возраст (<35 лет), у 3 (16,7%) пациенток низкий индекс массы тела ($<18,5$). Статистика по степеням тяжести: 2 – легкая, 5 – средняя, 10 – тяжелая, 1 – критическая. У пациентки с СГЯ критической степени тяжести АМГ - 58,3 нг/мл.

По полученным данным можно сделать вывод, что АМГ $>3,6$ нг/мл, количество пунктированных фолликулов >14 , СГЯ в прошлом, синдром поликистозных яичников и мультифолликулярные яичники в анамнезе повышают вероятность возникновения СГЯ. Наименее информативными критериями прогнозирования СГЯ оказались молодой возраст и низкий индекс массы тела. Проанализировав случай СГЯ критической степени тяжести, можно предположить, чем выше уровень АМГ в плазме крови, тем тяжелее протекает синдром гиперстимуляции яичников.

Используя вышеперечисленные критерии прогнозирования, можно заранее предположить и предотвратить случаи СГЯ. Существуют различные методы профилактики данного синдрома, которые в настоящее время практикуют врачи-репродуктологи. Одним из методов является использование альбумина, положительный эффект которого основан на связывании белка плазмы с медиаторами сосудистой проницаемости, что нарушает основное звено патогенеза СГЯ. Так же методом профилактики является использование антагониста гонадотропин-рилизинг-гормона (ГнРГ), он конкурирует с природным ГнРГ, вызывая быстрое и обратимое подавление выделения гонадотропина и предотвращает преждевременные вспышки лютеинизирующего гормона во время контролируемой овариальной стимуляции (КОС). Введение антагониста ГнРГ в КОС позволяет применять более короткие протоколы с уменьшенным количеством гонадотропина, что снижает затраты и риск СГЯ. [5] Каберголин и другие агонисты допамина ингибируют гиперпроницаемость сосудов, воздействуя на рецепторы фактора роста эндотелия сосудов, что обуславливает использование данных препаратов для профилактики СГЯ. [6] Coasting определяется как удержание препаратов для стимуляции яичников в течение нескольких дней, ожидая времени, когда было бы безопаснее инициировать окончательное созревание с помощью ХГЧ. Этот процесс характеризуется прекращением введения гонадотропина при сохранении агониста ГнРГ и последующей отсрочкой введения ХГЧ в течение нескольких дней, пока эстроген сыворотки не достигнет желаемого уровня. Клиническая польза будет объясняться уменьшением экспрессии ФРЭС и секреции клетками яичника. При freeze-all после извлечения ооцитов, все ооциты/эмбрионы

подвергаются криоконсервации и впоследствии переносятся в нестимулированный цикл. Преимущества замораживания всех эмбрионов включают снижение риска развития гипотрофии плодов, преждевременных родов, перинатальной смертности, послеродовых кровотечений и врожденных аномалий.

Спонтанная регрессия СГЯ происходит в течение 10-14 дней в случаях легкой и средней степени. Легкие степени СГЯ не требуют специального лечения. Пациенты с тяжелой степенью СГЯ должны быть госпитализированы для лечения, если они страдают сильной абдоминальной болью, тошнотой и рвотой, увеличением вязкости крови, тяжелым асцитом, сильной олигурией или анурией, снижением артериального давления, тахипноэ или одышкой, головокружением или обмороками, нарушениями электролитного баланса (гипонатриемия и гиперкалиемия), дисфункцией печени. Настоятельно рекомендуется тщательное наблюдение за пациентами с СГЯ, так как легкая форма может внезапно прогрессировать. [7] Ключевым моментом лечения является коррекция объема кровообращения и дисбаланса электролитов. Необходимо приложить все усилия для поддержания нормального внутрисосудистого объема и сохранения адекватной функции почек. Венозный тромбоз является наиболее значимым угрожающим жизни осложнением СГЯ. Использование низкомолекулярного гепарина снижает риск тромботических осложнений. Антикоагуляция рекомендуется беременным женщинам и должна продолжаться по крайней мере до конца первого триместра. [8] Антибиотикотерапия является важным этапом лечения СГЯ, так как при данном состоянии возрастает риск инфекционных осложнений. [9,11]

На сегодняшний день количество бесплодных браков значительно выросло. Для решения этой проблемы супружеские пары прибегают к процедуре экстракорпорального оплодотворения, серьезным осложнением которого является синдром гиперстимуляции яичников. Оценка факторов риска, ранняя профилактика, своевременное выявление и адекватное лечение помогают предотвратить тяжелую степень СГЯ и экстренную госпитализацию в стационар.

1. Аншина М.Б., Исакова Э.В., Калинина Е.А. и др. Синдром гиперстимуляции яичников. Клинические рекомендации // РАРЧ, 2013. С. 3-4, 14.
2. Сухих Г.Т., Корнеева И.Е., Калинина Е.А. и др. Диагностика, лечение и профилактика синдрома гиперстимуляции яичников. Клинические рекомендации (протокол лечения). 2015.
3. Natri C.O., Teixeira D.M., Moroni R.M., Leitão V.M.S., Martins W.P. Ovarian hyperstimulation syndrome: pathophysiology, staging, prediction and prevention. 2014.
4. Namavar Jahromi B.M.D., et al. Iran J Med Sci. Ovarian Hyperstimulation Syndrome: A Narrative Review of Its Pathophysiology, Risk Factors, Prevention, Classification, and Management. 2018.
5. Вольфф М. фон, Штуте П. Гинекологическая эндокринология и репродуктивная медицина. – М.: МЕД-пресс-информ, 2017.
6. Воротникова С.Ю. Применение каберголина для профилактики и лечения синдрома гиперстимуляции яичников // Ожирение и метаболизм. 2012. №4. С. 48-50.
7. Куликов А.В., Шифман Е.М., Портнов И.Г. Интенсивная терапия синдрома гиперстимуляции яичников (клинические рекомендации) // Анестезиология и реаниматология. 2015. №1. С. 73-76.
8. Щербакова Л.Н., Иванова Н.В., Бугеренко А.Е. Предупреждение развития синдрома гиперстимуляции яичников в программе экстракорпорального оплодотворения // Российский медицинский журнал. 2015. №1. С. 28-31.
9. Морозова И.С., Добровольский М.С., Гайдуков С.Н. Особенности ведения пациенток с синдромом гиперстимуляции яичников // Журнал акушерства и женских болезней. 2009. № 5. С. 139-140.
10. Комиссарова Ю.В., Гарданова Ж.Р. Прогнозирование и профилактика синдрома гиперстимуляции яичников в программах вспомогательных репродуктивных технологий // Вестник новых медицинских технологий. 2007. №3. С. 8-9
11. Корнеева И., Веряева Н. Комплексная терапия при синдроме гиперстимуляции яичников // Врач. 2006. № 9. С. 54-56.

Козлова О. С.**Клинический случай хронической гранулематозной болезни**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/sr-10-02-2019-59**idsp: sciencerussia-10-02-2019-59***Аннотация**

Цель работы - изучение клинико-иммунологических данных у пациента с хронической гранулематозной болезнью. Материалы и методы. Был проведен анализ амбулаторной карты, включая выписки из стационаров пациента с установленным диагнозом «Первичный иммунодефицит. Хроническая гранулематозная болезнь». Результаты. При анализе амбулаторной карты были выявлены отягощение наследственного анамнеза, патология течения беременности, с раннего возраста рецидивирующие гнойные инфекции, лимфаденопатия, гепатопленомегалия. В анализах крови - анемия, резкое снижение показателей хемилюминесценции нейтрофилов. Заключение. Тщательный анализ анамнестических данных, а также аномальная частота и атипичное течение инфекционных эпизодов позволяют предположить редкое иммуно - генетическое заболевание и целенаправленно направить необычного пациента в клинику, где есть возможность подтвердить и документировать современными методами клинический диагноз и назначить жизнеспасующее лечение.

Ключевые слова. Первичный иммунодефицит, врожденный иммунитет, болезнь нейтрофилов.

Первичные иммунодефициты - это врожденные нарушения системы иммунитета, связанные с генетическими дефектами одного или нескольких компонентов системы иммунитета, а именно - клеточного и гуморального иммунитета, фагоцитоза, системы комплемента [1, с. 300]. Первичные иммунодефициты относятся к редким орфанным заболеваниям [2, с. 774], поэтому осведомленность о данной патологии в медицинском сообществе крайне низкая. Это приводит к несвоевременной диагностике и неадекватному лечению пациентов, страдающих первичными иммунодефицитами. Следствием позднего начала лечения является ранняя инвалидизация и высокая смертность таких больных [3, с. 92, 4, с. 228]. Хроническая гранулематозная болезнь - первичный иммунодефицит, связанный с наследственным нарушением бактерицидной функции фагоцитов. Обусловленные этим дефектом тяжелые, рецидивирующие бактериальные и грибковые инфекции в отсутствие лечения приводят к образованию гранулем, способных вызвать обструкцию пищеварительного тракта, мочевыводящих путей. Как известно, диагностировать редкие и опасные болезни нейтрофилов, в том числе генетически детерминированные дефекты механизма микробного киллинга возможно при проведении специальных, дорогостоящих анализов. При этом самая сложная задача выбрать пациента для такого исследования ложится на плечи педиатра, который являясь лечащим врачом пациента детского возраста, ставит диагноз на основе клиники и результатов рутинных параклинических исследований [5, с. 230].

Цель - изучение клинико-иммунологических данных у пациента с хронической гранулематозной болезнью.

Клинический пример. Пациент В., 17 лет. Клинический диагноз: Первичный иммунодефицит: Хроническая гранулематозная болезнь. Хроническая пневмония смешанной этиологии (бактериальной, грибковой). Гранулематозное поражение левой доли печени. Хронический гнойный кератоконъюнктивит, обострение. Множественные абсцессы печени, в анамнезе, состояние после дренирования абсцессов печени.

Туберкулез легких в анамнезе, состояние после левосторонней верхнедолевой лобэктомии (туберкулема). Абсцессы кожи и мягких тканей, в анамнезе.

Анамнез жизни: Ребенок от 1 беременности, протекавшей на фоне хронического пиелонефрита, тонзиллита, ожирения, водянки беременности, хронической внутриутробной гипоксии плода. Роды срочные, в 40 недель, родился с обвитием пуповины вокруг шеи. Мать болела пиелонефритом, злоупотребляла алкоголем, включая в срок беременности. Братья матери: 9 лет - умер от красной волчанки, 1,5 года - умер от ОРЗ. Отец, 68 лет - до 60 лет не болел, с 60 лет - аритмия.

Анамнез заболевания: В роддоме на 3 сутки - токсическая эритема. С 3 - х месяцев - ОРВИ. В 4 месяца перенес коклюш. С 7 месяцев и до года - 4 эпизода ОРВИ. В общем анализе крови - анемия, СОЭ 50 мм в час.

1,5 года - цитомегаловирусная инфекция, острый катаральный двусторонний средний отит, в 2 года - паронихий 1 пальца стопы, острый гнойный баланопостит. Ежемесячно болеет ОРЗ.

В 3 года - осмотрен ревматологом - аномальная хорда в полости левого желудочка. Паронихий 1 пальца стопы. С 4 - лет - длительный субфебрилитет.

В 5 лет - осмотр инфекциониста - врожденная ЦМВ - инфекция, гепатит. Вторичное иммунодефицитное состояние.

В 6 лет - энтеровирусная инфекция, ячмень дважды, гнойный отит, аденовирусная инфекция, ОРВИ.

В 7 лет - лечение у фтизиатра по поводу тубинфицирования (контакт с больным туберкулезом, вираж туб. проб), энтеровирусная инфекция, аденовирусная инфекция, правосторонняя пневмония, бронхоаденит.

В 8 лет - инфекция передней брюшной стенки с абсцедированием, хронический перитонит пупочной вены.

В 9 лет - баланопостит, подчелюстной гнойный лимфаденит (оперативное лечение). Осмотр хирурга - стеноз антрального отдела желудка.

В 10 лет - сикоз преддверия носа, узловатая эритема, в 11 лет - острый гломерулонефрит нефритическая форма.

В 12 лет - биопсия ткани передней брюшной стенки, в подкожной жировой клетчатке абсцесс, острый подчелюстной левосторонний лимфаденит, острая внебольничная пневмония слева, оперирован: торакотомия слева, верхнедолевая лобэктомия, удаление туберкулемы.

В 13 лет - дважды оперирован: гнойный лимфаденит, фурункулез. Гломерулонефрит с нефритическим синдромом (трижды за год рецидивы).

В 14 лет - абсцесс печени, фурункулез (оперативное лечение). Гломерулонефрит с нефритическим синдромом (дважды за год рецидивы), лечение стационарное. Впервые назначена иммунограмма, выявлен дефицит Т - клеточного типа, фагоцитоз 50%, Ig G - 6,04 г/л (8-18). Впервые осмотрен аллергологом - иммунологом: данные за первичный иммунодефицит неубедительные, необходимо обследование по иммунологии в условиях многопрофильной больницы г. Москва.

В 15 лет - хронический вторичный гломерулонефрит, гематурическая форма, дистанционная липотрипсия, в 16 лет - нефробиопсия.

В 17 лет - флегмона шеи, сепсис, вскрытие подчелюстной аденофлегмоны. Абсцесс печени, пункция, дренирование абсцесса печени. Рекомендовано обследование и лечение в условиях РДКБ Минздрава России.

Поступил в РДКБ. При осмотре: пальпируются шейные, подчелюстные, подмышечные, паховые лимфатические узлы до 1,5 - 2 см, печень +2 см, селезенка +1см. Было проведено генетическое обследование. Выявлена мутация в гене CYBB. Показатели хемилюминисценции нейтрофилов резко снижены, что также подтверждает диагноз «Первичный иммунодефицит. Хроническая гранулематозная болезнь».

Обсуждение. Наследственный анамнез отягощен: 2 брата матери умерли в детском возрасте. Была выявлена патология течения беременности (на фоне хронического пиелонефрита, тонзиллита, ожирения, водянки беременности, хронической внутриутробной гипоксии плода). С раннего возраста рецидивирующие гнойные инфекции (пневмонии, множественные абсцессы печени, абсцессы кожи и мягких тканей, рецидивирующие гнойные лимфадениты, гнойные отиты, сепсис), ЦМВ - инфекция, туберкулез легких в 12 лет, гломерулонефрит в анамнезе. При осмотре пациента - лимфаденопатия, гепатоспленомегалия. В анализах крови - анемия, показатели хемилюминесценции нейтрофилов резко снижены.

Заключение. Постановка диагноза первичного иммунодефицита у конкретного пациента является трудной задачей, решение которой требует тщательного анализа клинико-лабораторных данных и результатов генетического исследования. Но, заподозрить хроническую гранулематозную болезнь у детей можно на основании комплексной оценки соответствующих анамнестических данных, клинических проявлений и лабораторных изменений. В связи с этим, при выявлении у пациентов раннего возраста вышеописанных клинических проявлений, необходима консультация врача аллерголога - иммунолога с проведением иммунологического исследования с целью максимально раннего выявления первичного иммунодефицита и назначения жизнеспасующего лечения.

1. Аллергология и иммунология: национальное руководство. / Под ред. Хаитова РМ, Ильиной НИ. - М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013.
2. Reust CE. Evaluation of Primary immunodeficiency Disease in Children // Am. Fam. Physician. - 2013. - Vol. 87. - № 11. - P. 773-778.
3. Моисеева Т.Н., Пищальников А.Ю. Случай проспективного наблюдения пациента с синдромом Ниймеген в группе больных с первичными иммунодефицитами. Педиатрический Вестник Южного Урала. 2013. С. 92-93.
4. Козлова ОС. Первичные иммунодефициты в Самарской области. Аспирантский вестник Поволжья. 2015; (5-6 (2)). С. 227-229.
5. Игишева Л.Н., Ляхова М.Н., Протас В.В., Силантьева И.В., Баканова Т.А. Клинический случай хронической гранулематозной болезни в практике педиатра Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017; 62 (4). С. 230-231.

Мухаммад Ш.Ш.Н.М.¹, Орозбекова Б.Т.², Муйдинов Ф.Ф.³
Особенности клинического течения коморбидных гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (на примере г.Ош и г. Джалал-Абад Кыргызской Республики)

¹*Джалал-Абадский государственный университет
(Кыргызская Республика, Джалал-Абад)*

²*Кыргызско-Российский Славянский Университет
(Кыргызская Республика, Бишкек)*

³*Ошский Государственного Университет
(Кыргызская Республика, Ош)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-60

idsp: sciencerussia-10-02-2019-60

Аннотация

В статье дается литературный анализ коморбидной течения ГЭРБ, а также, особенности клинического проявления данной заболевания среди разных возрастных групп г. Ош и г. Джалал-Абад.

Ключевые слова: коморбидность; ГЭРБ; БОП.

Актуальность. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ), как самостоятельная нозологическая единица, получила официальное признание в материалах по ее диагностике и лечению, принятых в октябре 1997 года на междисциплинарном конгрессе гастроэнтерологов и эндоскопистов в Генвале (Бельгия). В 1999 году ГЭРБ официально вошла в Международную классификацию болезней X пересмотра.

ГЭРБ – хроническое полисимптомное рецидивирующее заболевание, характеризующееся развитием воспалительных изменений слизистой оболочки дистального отдела пищевода и/или характерных клинических симптомов вследствие повторяющегося заброса в пищевод желудочного и/или дуоденального содержимого.

Проведенные, в Европе и Северной Америке эпидемиологические исследования, показали, что симптомы ГЭРБ испытывают ежедневно 4-10% населения, еженедельно – 20-30%, ежемесячно – 50%, а заболеваемость неуклонно возрастает. Распространенность ГЭРБ среди взрослого населения составляет: в странах Западной Европы и Северной Америки 10-20%, в странах Азии – 5%, в Турции – 20%, в странах Южной Америки – 10%. В США и Бельгии эндоскопическая позитивная ГЭРБ выявляется у 21-27% популяции, в Японии – у 16,5% [17, 18].

Частота гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ) у детей колеблется, по данным разных авторов, от 2 - 4 до 9 - 49 %, а коморбидных поражений верхних отделов пищеварительного тракта – от 15 до 38% [7, 11, 13, 15, 16].

Введение. Заболевание, связанное с забросом кислого желудочного содержимого в пищевод известно с давних времен в 10 веке Авиценной (Ибн-Сина). Описаны такие симптомы как изжога, отрыжка с кислым, или горьким, сопровождающих возникновение ГЭРБ. Основной причиной развития рефлюксной болезни является дисфункция нижнего пищеводного сфинктера (НПС), наличие грыжи пищеводного отверстия диафрагмы, нарушения двигательной функции пищевода. ГЭРБ нередко характеризуется внепищеводными симптомами.

По МКБ-10 классифицируются:

К 21.0 Гастроэзофагеальный рефлюкс с эзофагитом,

К 21.9 Гастроэзофагеальный рефлюкс без эзофагита.

В последние годы во всем мире отмечается увеличение числа больных ГЭРБ как среди лиц трудоспособного возраста, так и среди детского и пожилого населения. [4].

Эпидемиологические исследования показывают, что около 30% взрослого населения имеют различные проявления ГЭРБ. По данным популяционного исследования, проведенного в 2005 г. в 12 крупнейших городах России в рамках программы ВОЗ, изжогу испытывают 61,7% мужчин и 63,6% женщин, при этом более чем у 30% опрошенных выявлена частая изжога – более 2-3 раз в неделю [2]. По данным И.В. Маева с соавт. результаты проведенных в России, последних популяционных эпидемиологических исследований (опубликованы в 2007 г.) показало, что распространенность ГЭРБ (наличие изжоги и/или кислой отрыжки 1 раз в неделю и чаще на протяжении последних 12 месяцев) составляет среди населения 13,3% [1, 2]. При этом отмечается отчетливая тенденция не только к росту распространенности ГЭРБ, но и к «омоложению» болезни: сегодня заболевание достаточно часто диагностируется в молодом, детском и даже в младенческом возрасте [3].

Этому объяснение, в том, что в большинстве случаев ГЭРБ у детей протекает в сочетании с хронической патологией гастродуоденальной зоны, когда клиническая картина ГЭРБ стертая, а гастроэзофагеальный рефлюкс и явления эзофагита являются эндоскопической находкой при отсутствии специфических жалоб. Наличие поражения отдельных органов пищеварительного тракта называется коморбидным [6, 8, 9, 10, 19]. Коморбидность (лат. со – вместе, morbus – болезнь) – сосуществование двух и/или более синдромов (транссиндромальная коморбидность) или заболеваний (транснозологическая коморбидность) у одного пациента, патогенетически взаимосвязанных между собой или совпадающих по времени (хронологическая коморбидность). Авторы указывают на

довольно частое поражение пищевода при хроническом гастрите - у 15 % детей, при хроническом гастродуодените (ХГД) - у 38,1 %. При язвенной болезни двенадцатиперстной кишки, согласно результатам проведенных исследований, эзофагит встречается практически у всех детей [12, 20, 21].

Достоверных цифр заболеваемости ГЭРБ нет. Данное обстоятельство связано с тем, что не все больные обращаются к врачу, большинство из них занимается самолечением.

ГЭРБ относится к группе кислотозависимых заболеваний, т.к. соляная кислота (желудочный сок) является одним из ведущих патогенетических факторов. А так же, больного ГЭРБ беспокоят боли в эпигастральной области, изжога, отрыжка, срыгивание, одинофагия, боль за грудиной и бронхолёгочные осложнения (рис. 1, 2).

Рис. 1. Спектр кислотозависимых заболеваний пищевода [5]

Рис. 2. Пищеводные проявления ГЭРБ [5]

По данным ряда исследований, изжога встречается у 83% больных. Усиление изжоги характерно при обильном приёме пищи, наклонах туловища, погрешностях в диете, приёме газированных напитков. Интенсивность клинических проявлений зависит от концентрации соляной кислоты в рефлюктате и длительности экспозиции со слизистой оболочкой пищевода. У 10% больных ГЭРБ проявляется только болью за грудиной, напоминающей стенокардию.

Нередко встречаются и внепищеводные проявления ГЭРБ. К ним относятся: постоянный, особенно ночной, кашель; рецидивирующие пневмонии; хронический бронхит с астматическим компонентом; ретростеральные боли и боли в прекардиальной области по типу стенокардии, иногда с нарушением ритма сердца; хронический ларингит; фарингит; кариес зубов (рис. 3).

Рис. 3. Внепищеводные проявления ГЭРБ [5]

В связи, выше изложенным, **целью** нашей исследовании было изучение особенностей клинического течения коморбидных ГЭРБ среди различных возрастных групп г. Ош и г. Джалал-Абад.

Задачи

1. Анализировать эпидемиологическое значение ГЭРБ.
2. Оценить особенности клинического проявления коморбидности ГЭРБ среди разных возрастных групп г. Ош и г. Джалал-Абад.

Материалы и методы. Под нашим наблюдением был 529 пациент в возрасте от 15 до 50 и старше лет. В I группу исследования вошли 241 подросток, II группу составили 124 студента в III группу вошли 164 взрослых с коморбидными ГЭРБ и хроническим гастродуоденитом. Диагнозы ГЭРБ и хронического гастродуоденита были установлены согласно МКБ-10 на основании изучения жалоб и анамнеза, объективного осмотра и верифицированы эндоскопическим исследованием. Анализ полученных результатов осуществляли с помощью таких непараметрических методов, как критерий ХИ-квадрат и точный критерий Фишера.

Результаты собственных материалов.

Оценивая анамнестические данные больных и лабораторно - диагностическими сопоставлениями мы получили следующие результаты коморбидного течения ГЭРБ (сопутствующей патологии), которые дано таблице 1.

Таблица 1

Сопутствующая патология больных ГЭРБ

Нозология	Все больные ГЭРБ N=529/ (100%)		Больные ГЭРБ подростки n=241/ (100%)		Больные ГЭРБ студенты n=124/ (100%)		Больные ГЭРБ взрослые n=164/ (100%)	
гастрит, дуоденит	87	16,4	118	49,0**	19	15,3*	18	11,0
Хр. панкреатит	25	4,7	3	1,2	6	4,8	16	9,8*
Артериальная гипертония	51	8,3	7	2,9	9	7,3	28	17,1**
Хронический запор	50	9,5	23	9,5*	14	11,3* *	13	7,9
Стентоз печени (хир забол)	14	2,6	5	2,1	7	5,6	2	1,2
ИБС	28	5,3	2	0,8	10	8,1**	16	9,8**
Хр. холецистит	25	4,7	10	4,1	4	3,2	11	6,7
ПХЭС	9	1,7	1	0,4	3	2,4	5	3,0
ЯБДК	17	3,2	8	3,3	6	4,8	3	1,8
ЖКБ	22	4,2	9	3,7	9	7,3	4	2,4
ХОБЛ	29	5,5	8	3,3	9	7,3	12	7,3
Сахарный диабет	32	6,0	6	2,5	12	9,7**	14	8,5**
БА	26	4,9	6	2,5	7	5,6*	13	7,9**
ЯБЖ	23	4,3	12	5,0*	6	4,8	5	3,0
Другие заболевания	98	18,5	23	9,5**	3	2,4	4	2,4

* $p < 0,05$ между больными подростками и старшего возраста

Из анализа видно, что у подростков на первом месте 37,8% заболевание гастрит и дуоденит. А, у студентов данный класс заболевания - 15,3% (которые связано с поведенческими факторами: нерациональное и нерегулярное питание, недостаточную физическую активность, нарушение режима сна и отдыха, вредные поведенческие привычки большого количества употребление «фастфуда» и газированных напитков, курение, употребление насвай и др.), то взрослых артериальная гипертония - 17,1%.

На втором месте, у подростков по 9,5% хронический запор и другие заболевания (на фоне ЖДА, постинфекционное состояние, ЛОР заболеваний, и др.), то у студентов хронический запор 11,3%, а у взрослых гастрит, дуоденит 11,0%.

Впоследствии не соблюдение нерациональное и нерегулярное питание большинство подростков привели к ЯБЖ - 5,0% обследованных, а среди студентов на

третьем месте сахарный диабет - 9,7% видимо нейрогенного характера и т. д, а хр. панкреатит и ИБС по 9,8% соответственно, у взрослого контингента.

Результат опросника SF-36. Если в группе контроля самооценочный показатель КЖ (опросник SF-36) по всем шкалам находился в диапазоне от 100 до 70 баллов, то среди больных ГЭРБ (у 529 больных) его уровень опускался до 30 баллов и не поднимался выше 70 балла.

В среднем, в группе больных ГЭРБ, 1-я, 2-я и 3-я группа, показатели КЖ по всем шкалам опросника, как физического здоровья (физическое функционирование, ролевое физическое функционирование, интенсивность боли, общее здоровье), так и психического здоровья (жизнеспособность, социальное функционирование, ролевое эмоциональное функционирование, психическое здоровье) были ниже, чем в группе контроля и эта разница между ними была статистически достоверной ($p < 0,001$). Нами выявлено, что у больных ГЭРБ с коморбиндным течением показатели КЖ находились на более низком уровне не только по сравнению с группой здоровых лиц (нормой), но и средними показателями группы больных без сочетанной патологии.

Результаты проведенное сравнение частоты встречаемости основных клинических симптомов в исследуемых группах имеют не во всех симптомах достоверные различия. Частота изжоги, привкуса кислого во рту, тошноты статистически не отличается у разных групп. Частота абдоминальной боли не отличается в группах с коморбиндными ГЭРБ, но при этом достоверно есть различия коморбиндности среди возрастных групп.

Выводы

1. У больных ГЭРБ на первом месте как сопутствующие заболевания значится гастрит и дуоденит: у подростков 37,8%, у студентов 15,3%, когда у взрослых артериальная гипертония - 17,1%. На втором месте, хронический запор и другие заболевания, у подростков по 9,5%, у студентов 11,3%, а у взрослых гастрит, дуоденит 11,0%. А на третьем: у подростков ЯБЖ - 5,0%, у студентов сахарный диабет - 9,7%, у взрослого контингента хр. панкреатит и ИБС по 9,8% соответственно.

2. Полученные результаты исследования, возможно, использовать для разработки алгоритмов диагностики коморбиндных ГЭРБ.

1. Лазебник Л.В., Машарова А.А., Бордин Д.С. и др. Многоцентровое исследование «Эпидемиология гастроэзофагеальной рефлюксной болезни в России (МЭГРЕ): первые итоги». Эксперим. и клин. гастроэнтерология. 2009;6:4-12
2. Маев И.В., Андреев Д.Н., Дичева Д.Т. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь: от патогенеза к терапевтическим аспектам. Consilium Medicum. 2013;8:30-4.,
3. Маев И.В., Дичева Д.Т., Андреев Д.Н. Возможности применения домперидона в комплексной терапии гастроэзофагеальной рефлюксной болезни. Мед. совет. 2012;2:56-60
4. Масловский Л.В., Мишушкин О.Н. Терапевтические аспекты гастроэзофагеальной рефлюксной болезни // «Эффективная фармакотерапия в гастроэнтерологии», апрель 2008, №1, С. 2-7.
5. Рапопорт С.И. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь. (Пособие для врачей). – М.: ИД "МЕДПРАКТИКА-М". – 2009. –12 с.)
6. Belousov IuV. Aktual'nye voprosy pediatricheskoi gastroenterologii: sbornik statei 2007-2011 gg [Topical issues of pediatric gastroenterology: collection of articles 2007-2011]. Kyiv; 2012. 591 p. (in Russian).
7. Boiarska LM, Ivanova KO. Prediction risk factors of gastroesophageal reflux disease in children and adolescents with chronic gastroduodenal pathology. Zaporozhye medical journal. 2013;(81):13- 17. (in Ukrainian).
8. Chen SC. Questionnaire for child gastro-esophageal reflux disease. Pediatr Neonatol. 2014 Dec;55(6):419-20. doi: 10.1016/j.pedneo.2014.05.001.
9. Ferreira CT, Carvalho ED, Sdepanian VL, Morais MB, Vieira MC, Silva LR. Gastroesophageal reflux disease: exaggerations, evidence and clinical practice. J Pediatr (Rio J). 2014 MarApr;90(2):105-18. doi: 10.1016/j.jped.2013.05.009.
10. Jakovljević M, Ostojić L. Comorbidity and multimorbidity in medicine today: challenges and opportunities for bringing separated branches of medicine closer to each other. Psychiatr Danub. 2013 Jun;25 Suppl 1:18-28.

11. Kryuchko TO, Nesina IM. Features of extraesophageal manifestations of gastroesophageal reflux disease in children. *Zdorov'e rebenka*. 2013;(47):16-19. doi: 10.22141/2224-0551.4.47.2013.89768. (inUkrainian).
12. Linton DM. Diagnosing GERD in Older Children. *The Journal for Nurse Practitioners*. 2011;7(4):328-329. doi: 10.1016/j.nurpra.2011.01.007.
13. Martigne L, Delaage PH, Thomas-Delecourt F, Bonnelye G, Barthélémy P, Gottrand F. Prevalence and management of gastroesophageal reflux disease in children and adolescents: a nationwide cross-sectional observational study. *Eur J Pediatr*. 2012 Dec;171(12):1767-73. doi: 10.1007/s00431-012-1807-4.
14. Pavlenko NV, Solodovnichenko IG, Voloshin KV, Ganziy EB. Combined pathology of the esophagus and gastroduodenal zone in children: changing priorities. *Perinatologiya i pediatriya*. 2013;(56):85-87. (in Russian).
15. Rosen R, Vandenplas Y, Singendonk M, et al. Pediatric Gastroesophageal Reflux Clinical Practice Guidelines: Joint Recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition and the European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2018 Mar;66(3):516-554. doi: 10.1097/MPG.0000000000001889.
16. Shadrin OG, Platonova OM. Clinicopathogenetic parallels of gastroesophageal reflux disease and irritable bowel syndrome amongst children. *Perinatologiya i pediatriya*. 2013;(54):69-72. (in Russian).
17. Shaheen, N. Gastroesophageal reflux, Barrett's esophagus and esophageal cancer: clinical applications / N. Shaheen, D.F. Ransohoff // *JAMA*. 2002. -V. 287, №15. -P.1982-1986.
18. Sonnenberg, A. Clinical epidemiology and natural history of gastroesophageal reflux disease / A. Sonnenberg, H.B. El-Serag // *Yale J. Biol. Med*. 1999. - V.72. -P.81-92.
19. Tack J, Pandolfino JE. Pathophysiology of Gastroesophageal Reflux Disease. *Gastroenterology*. 2018 Jan;154(2):277-288. doi: 10.1053/j.gastro.2017.09.047. <http://childshealth.zaslavsky.com.ua> S57 Клінічна гастроентерологія / Clinical Gastroenterology
20. Wenzl TG. Role of diagnostic tests in GERD. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2011 Dec;53 Suppl 2:S4-6.
21. Wilson JL, Pruett KL. Gastroesophageal Reflux Disease: Treating Wisely. *N C Med J*. 2016 May-Jun;77(3):202-5. doi: 10.18043/ncm.77.3.202.

Олесов Е.Е., Глазкова Е.В., Олесова В.Н., Мартынов Д. В., Сакаева З.У.

Динамика показателей стоматологического статуса у членов отряда космонавтов

ФГБУЗ «Клинический центр стоматологии ФМБА России»

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-61

idsp: sciencerussia-10-02-2019-61

Аннотация

Проведена оценка показателей стоматологического статуса у членов отряда космонавтов на основании обследования по Карте оценки стоматологического статуса ВОЗ в возрастных группах до 35 лет, 35 – 44 лет, старше 45 лет. Установлена более низкая интенсивность кариеса, а также распространенность и интенсивность заболеваний пародонта у членов отряда космонавтов в сравнении с российскими показателями; недостаточное качество предшествующего стоматологического лечения относительно пломб и obturation корневых каналов; невысокая потребность в лечении кариеса и зубном протезировании в связи с своевременным и качественным лечением и замещением удаленных зубов в специализированных клиниках Москвы после зачисления в отряд космонавтов, а также в связи с реальным диспансерным стоматологическим обслуживанием космонавтов.

Ключевые слова: отряд космонавтов, стоматологический статус, показатели.

Введение. Здоровье космонавтов является объектом пристального контроля, в котором принимает активное участие Федеральное медико-биологическое агентство. Систематический контроль состояния здоровья членов отряда космонавтов задолго до космического полета включает неоднократное стоматологическое обследование и раннее стоматологическое лечение. Большинство поступающих в отряд космонавтов являются летчиками гражданской или военной авиации, где существуют высокие требования к стоматологическому здоровью и проводятся ежегодные профилактические осмотры. В связи с этим стоматологический статус членов отряда космонавтов можно расценивать

как образцовый, достижимый на современном уровне диагностики и стоматологического лечения для лиц, соблюдающих принцип диспансерного обслуживания, по крайней мере, с начала профессиональной деятельности [1,2,3]. Это особенно актуально для более старших возрастных групп 35-44 лет и 45-55 лет.

Цель исследования: анализ показателей стоматологического статуса в разных возрастных группах членов отряда космонавтов.

Материал и методы. Проведен анализ показателей стоматологического статуса членов отряда космонавтов по результатам комиссионного клинико-рентгенологического обследования претендентов для поступления в отряд космонавтов и при допуске к специальным тренировкам и космическим полетам. Обследовано 120 лиц мужского пола в возрастных группах 20 – 34 лет (30 человек), 35 – 44 лет (58 человек) и 45 – 54 лет (32 человека); средний возраст $39,4 \pm 1,1$ лет. Исходной особенностью обследованных было отсутствие заболеваний пародонта и дефектов зубных рядов с показаниями для замещения съёмными протезами. Последовательность анализа соответствовала Карте оценки стоматологического статуса ВОЗ [4,5].

Результаты исследований. Распространенность кариеса у членов отряда космонавтов приближается к 100%, интактные зубы встречались у одного обследованного в возрастной группе до 35 лет. Интенсивность кариеса по индексу КПУ у обследованных до 35 лет составляла $9,8 \pm 1,2$, в возрастной группе 35-44 лет – $13,7 \pm 1,4$, 45-54 лет – $15,1 \pm 1,5$ (Табл. 1). В структуре КПУ в возрастных группах космонавтов до 35 лет, 35-44 лет и 45-54 лет количество зубов, пораженных кариесом (К), составляло соответственно $1,4 \pm 0,4$; $0,2 \pm 0,1$; $0,2 \pm 0,1$. Как видно, у космонавтов с определенным стажем количество зубов с нелеченым кариесом не возрастает, как результат тщательной санации рта и хорошей гигиены. Запломбированные зубы с признаками кариеса (ПК) в анализируемых возрастных группах составляют $0,9 \pm 0,2$; $0,3 \pm 0,1$ и $0,4 \pm 0,1$. Этот показатель резко уменьшается при сравнении групп до 35 лет и 35-44 лет. Запломбированные зубы (П) у космонавтов до 35 лет $6,2 \pm 0,5$, в группе 35-44 лет $10,3 \pm 1,0$, в группе 45-54 лет $11,5 \pm 1,1$. Количество пломб у космонавтов с увеличением возраста увеличивается. В группе до 35 лет удаленных зубов в структуре КПУ $1,3 \pm 0,1$, в группе 35-44 лет – $2,9 \pm 0,2$, после 45 – $3,0 \pm 0,2$. Количество удаленных зубов в интервале между группами 35-44 лет и 45-54 лет не увеличивается.

Эндодонтическое лечение ранее проводилось у 56,7% обследованных до 35 лет (17 человек), 74,1% – в группе 35 – 44 лет (43 человек), у 81,3% – у обследованных после 45 лет (26 человек). Неудовлетворительное эндодонтическое лечение от обследованных в указанных возрастных группах выявлено у 36,7% (11 человек), 34,5% (20 человек), 21,9% (7 человек); относительно лиц с ранее проведенным эндодонтическим лечением число лиц с неудовлетворительным эндодонтическим лечением – 64,7%, 46,5%, 26,9%. На одного обследованного до 35 лет приходилось $1,5 \pm 0,3$ зубов с ранее проведенным эндодонтическим лечением, в группе 35– 44 лет – $3,9 \pm 0,5$, после 45 лет $5,9 \pm 0,6$; на одного обследованного с наличием депульпированных зубов их число составляло соответственно $2,7 \pm 0,3$; $5,3 \pm 0,4$; $7,2 \pm 0,6$. От всех пораженных зубов (К, ПК, П) эндодонтически леченные встречались в количестве 17,7%, 36,5%, 48,6% среди изученных возрастов космонавтов. Некачественное эндодонтическое лечение по количеству зубов на одного обследованного в группах до 35 лет, 35 – 44 лет, после 45 лет составляло соответственно $0,9 \pm 0,1$; $1,1 \pm 0,2$; $0,8 \pm 0,1$; на одного обследованного с эндодонтическим лечением соответственно $1,6 \pm 0,3$; $1,5 \pm 0,3$ и $1,0 \pm 0,2$; на одного обследованного с некачественным эндодонтическим лечением соответственно $2,5 \pm 0,4$; $3,2 \pm 0,5$; $3,7 \pm 0,5$.

Таблица 1.

Показатели стоматологического статуса у членов отряда космонавтов разных возрастных групп

показатель	космонавты		
	20-34 лет n=30	35-44лет n=58	45-54лет n=32
распространенность кариеса, % обследованных	96,7	100	100
КПУ	9,8	13,7	15,1
– К	1,4	0,2	0,2
– ПК	0,9	0,3	0,4
– П	6,2	10,3	11,5
– У	1,3	2,9	3,0
распространенность предшествующего эндодонтического лечения, % обследованных	56,7	74,1	81,3
неудовлетворительное эндодонтическое лечение, % обследованных	36,7	34,5	21,9
неудовлетворительное эндодонтическое лечение, % от лиц с эндодонтическим лечением	64,7	46,5	26,9
эндодонтически леченных зубов на обследованного	1,5	3,9	5,9
эндодонтически леченных зубов на обследованного с предшествующим эндодонтическим лечением	2,7	5,3	7,2
эндодонтически леченных зубов от пораженных зубов, %	17,7	36,5	48,6
зубов с некачественным эндодонтическим лечением на обследованного	0,9	1,1	0,8
зубов с некачественным эндодонтическим лечением на обследованного с предшествующим эндодонтическим лечением	1,6	1,5	1,0
зубов с некачественным эндодонтическим лечением на обследованного с некачественным предшествующим эндодонтическим лечением	2,5	3,2	3,7
зубов с некачественным эндодонтическим лечением от эндодонтически леченных зубов, %	60,0	28,0	13,8
выявляемость больших пломб, % обследованных	26,6	25,9	9,4
выявляемость больших пломб, % от имеющихся пломб	10,8	8,6	8,9
больших пломб на обследованного	0,8	0,9	1,0
распространенность некариозных поражений, % обследованных	13,3	15,5	12,5
распространенность патологического стирания зубов, % обследованных	3,3	6,9	9,4
распространенность клиновидных дефектов, % обследованных	6,7	8,6	3,1
распространенность эрозии твердых тканей зубов, % обследованных	3,3	0	0
выявляемость неудовлетворительного качества пломб, % от имеющихся пломб	7,5	10,0	7,6
распространенность гингивита, % обследованных	3,3	6,9	9,4
распространенность пародонтита	6,7	12,1	12,5
в .т. генерализованного, % обследованных	0	0	3,1
ИГР-У:			
– удовлетворительный, % обследованных	50,0	31,0	31,3
– неудовлетворительный, % обследованных	0	0	0
– хороший, % обследованных	50,0	69,0	68,7
СРІ	0,2	0,2	0,2
– кровоточивость	0,2	0,2	0,2
– зубной камень	0	0	0
– пародонтальные карманы	0	0	0
– исключенные секстанты	0	0	0
распространенность заболеваний слизистой оболочки рта, % обследованных	0	0	0

распространенность вторичных деформаций зубных рядов, % обследованных	6,7	8,6	3,1
распространенность ЗЧА, % обследованных	10,0	10,3	9,4
распространенность патологии ВНЧС, % обследованных	3,3	3,5	6,3
наличие искусственных коронок, % обследованных	13,3	36,2	53,1
наличие мостовидных протезов, % обследованных	6,7	22,4	28,1
коронки на обследованного	0,2	1,5	2,1
мостовидных протезов на обследованного	0,1	0,3	0,5
коронки на пользователя коронками	1,5	4,1	4,0
мостовидных протезов на пользователя протезами	2,0	1,5	1,9
коронки: искусственные зубы	1,5:1	1,7:1	1,9:1
наличие имплантатов, % обследованного	6,7	19,0	28,1
имплантатов на обследованного	0,1	0,4	1,0
имплантатов на пользователя имплантатами	2,0	1,9	3,7

В процентном выражении количество зубов с некачественным эндодонтическим лечением составляло от количества депульпированных зубов 60,0%, 28,0%, 13,8% в группах до 35 лет, 35 – 44 лет, после 45 лет. На фоне высокого качества стоматологического лечения, в том числе при повторном эндодонтическом лечении в ходе протезирования, которое получают космонавты после зачисления в отряд, доля некачественного эндодонтического лечения резко снижается и обусловлена сохранившимися зубами без показаний к повторному эндодонтическому лечению в связи с облитерацией корневых каналов.

У 26,6% обследованных до 35 лет (8 человек), 25,9% - в возрасте 35 – 44 лет (15 человек) и 9,4% - в возрасте после 45 лет (3 человек) имелись большие пломбы (более 50% окклюзионной поверхности зуба); такая степень разрушения зуба имеет показания к микропротезированию – коронковыми керамическими вкладками или искусственными коронками на штифтовой опоре [6,7,8]. От общего количества запломбированных зубов, в т.ч. с кариесом, большие пломбы составляли 10,8% (23 пломб), 8,6% (53 пломб) и 8,9% (33 пломб) в указанных возрастных группах. В расчете на одного обследованного число больших пломб было соответственно $0,8 \pm 0$; $0,9 \pm 0,2$; $1,0 \pm 0,3$.

Неудовлетворительное качество пломб (стираемость, изменение цвета, неадекватное краевое прилегание) среди имеющихся пломб (в компоненте П в КПУ) равнялось 7,5% у космонавтов до 35 лет (14 пломб), 10,0% в группе 35-44лет (60 пломб), 7,6% (28 пломб) после 45 лет [2,3].

Распространенность некариозных поражений составляла 13,3% от обследованных в группе до 35 лет, 15,5% - в группе 35 – 44 лет и 12,5% – после 45 лет (соответственно 4, 9 и 4 человек). Несмотря на частое сочетание видов некариозных поражений, преимущественное поражение в виде повышенной стертости зубов встречалось у 3,3% (1 человек), 6,9% (4 человек), 9,4% (3 человек) у космонавтов до 35 лет, 35 – 44 лет и после 45 лет; в виде клиновидных дефектов – соответственно 6,7% (2 человека), 8,6% (5 человек), 3,1% (1 человек); эрозия эмали встречалась только у одного человека (3,3%) в группе до 35 лет.

Локализованный пародонтит встречался только у одного обследованного до 35 лет (6,7%), у семи – в группе 35 – 44 лет (12,1%) и четырех – после 45 лет (12,5%); генерализованный пародонтит выявлен только у одного космонавта после 45 лет (3,1%). Локализованный гингивит встречался у 1, 4 и 3 человек в указанных возрастных группах, т.е. у 3,3%, 6,9%, 9,4% от соответствующих обследованных. Индекс СРІ в указанных группах отряда космонавтов не превышал $0,2 \pm 0,1$, проявляясь в единичных наблюдениях в виде временной кровоточивости десен. Заболевания слизистой оболочки рта у космонавтов не выявлены.

Индекс гигиены ИГР-У у обследованных до 35 лет в 50,0% наблюдений (15 человек) был удовлетворительный и у такого же количества – хороший; в группе 35 – 44

лет – соответственно 31,0% и 69,0% (18 и 40 человек); после 45 лет – соответственно 31,3% и 68,7% (10 и 22 человек); неудовлетворительной гигиены рта не обнаружено.

Вторичные деформации зубных рядов выявлены у 6,7%, 8,6% и 3,1% в обследованных возрастных группах (2, 5, 1 человек). Зубочелюстные аномалии (ЗЧА – скученность зубов, глубокое резцовое перекрытие, прогеническое соотношение зубных рядов) выявлено у 10% в группе до 35 лет, 10,3% в группе 35 – 44 лет и 9,4% после 45 лет (соответственно 3, 6, 3 человек). Незначительные признаки нарушений височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) встречались только у 1, 2 и 2 человек в перечисленных возрастных группах, что составило 3,3%, 3,5% и 6,3% от обследованных.

Среди обследованных в группах до 35 лет, 35 – 44 лет и после 45 лет 4, 21 и 17 человек имели во рту искусственные коронки (13,3%, 36,2% и 53,1%); 2, 13 и 9 человек (6,7%, 22,4%, 28,1%) – мостовидные протезы. На одного обследованного приходилось в указанных группах коронок $0,2 \pm 0,1$; $1,5 \pm 0,2$; $2,1 \pm 0,3$ (6, 87, 68 коронок); мостовидных протезов – $0,1 \pm 0,1$; $0,3 \pm 0,1$; $0,5 \pm 0,1$ (4, 19, 17 протезов). Коронок на одного пользователя искусственными коронками было $1,5 \pm 0,2$; $4,1 \pm 0,3$; $4,0 \pm 0,4$; мостовидных протезов на одного пользователя мостовидными протезами $2,0 \pm 0,1$; $1,5 \pm 0,2$; $1,9 \pm 0,3$. Соотношение коронок и искусственных зубов в имеющихся мостовидных протезах составляло в возрастных группах по нарастающей 1,5:1, 1,7:1, 1,9:1. У обследованных во рту были имплантаты: у 6,7% (2 человек) до 35 лет, у 19,0% (11 человек) в группе 35 – 44 лет и 28,1% (9 человек) – после 45 лет. Имплантатов на одного обследованного приходилось в указанных группах $0,1 \pm 0,1$; $0,4 \pm 0,1$; $1,0 \pm 0,1$, т.е. в количестве 4, 21, 33 имплантатов. В расчете на одного пользователя имплантатами это составляло $2,0 \pm 0,1$; $1,9 \pm 0,1$; $3,7 \pm 0,2$.

Заключение. Интенсивность кариеса, а также распространенность и интенсивность заболеваний пародонта у членов отряда космонавтов (на примере ключевой возрастной группы 35 – 44 лет) существенно ниже в сравнении с российскими показателями, что отражает значение соматического здоровья и своевременного стоматологического лечения в сохранении стоматологического здоровья. Качество предшествующего стоматологического лечения до поступления в отряд космонавтов недостаточное, качество лечения значительно повышается в специализированных клиниках, уполномоченных для стоматологического обслуживания космонавтов. При поступлении в отряд космонавтов регистрируется большое количество пломб, установленных сверх показаний, которые нуждаются в замене коронковыми вкладками или искусственными коронками на штифтовой опоре. Большое количество зубов с не полностью obturированными корневыми каналами делает необходимым повторное эндодонтическое лечение для предупреждения периапикального воспаления. У членов отряда космонавтов невысока необходимость в зубном протезировании в связи с своевременным замещением удаленных зубов, в том числе с использованием дентальных имплантатов.

1. Кузьмина Э.М. Стоматологическая заболеваемость населения России. М., 2009. – 236с.
2. Янушевич О.О. Стоматологическая заболеваемость населения России. М., 2009. – 228с.
3. Янушевич О.О., Сохов С.Т., Сабгайда Т.П. и др. Стоматология России в цифрах и фактах. М., 2010. – 208с.
4. Жаров А.В. Клинико-функциональное и биомеханическое обоснование восстановления керамическими вкладками боковых зубов при множественном кариесе: Автореф. дисс... канд. мед. наук. М., 2018. – 24с.
5. Ортопедическая стоматология. Национальное руководство Под редакцией Лебедева И. Ю. М., 2016. – 824с.
6. Тихонов А.И. Клинико-биомеханический анализ эффективности керамических штифтовых вкладок при восстановлении разрушенной коронки зуба: Автореф. дисс... канд. мед. наук. М., 2017. – 24с.
7. Клинические рекомендации СтАР «Кариес зубов». М., 2014. – 85с.
8. Клинические рекомендации СтАР при диагнозе «Болезни периапикальных тканей». М., 2014. – 126с.

Степанов А.Ф., Иванов А.С., Заславский Р.С., Шматов К.В., Калинина А.Н.
Возможности диоксидциркониевых дентальных имплантатов по результатам
экспериментально-клинических исследований

ФГБУЗ «Клинический центр стоматологии ФМБА России»

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-62

idsp: sciencerussia-10-02-2019-62

Аннотация

С целью сравнения параметров имплантатов из диоксида циркония и из титана проведены исследования прочности имплантатов на стандартном оборудовании, изучена поверхность и состав имплантатов с помощью электронной микроскопии и спектрометра. В течение двух лет прослежены клинические результаты применения неразборных керамических имплантатов ICX (Medentis, Германия). Показано соответствие состава и текстурированной поверхности керамических имплантатов данным производителя, сопоставимая с титаном прочность керамических имплантатов и высокая клиническая эффективность.

Ключевые слова: имплантат, керамика, прочность, состав, клиническая эффективность.

Введение. На протяжении десятилетий применения дентальных имплантатов постепенно накапливаются сведения об осложнениях имплантации и недостатках титановых имплантатов [1,2,3,4]. В связи с этим повышается интерес к возможностям керамических имплантатов, тем более что появился новый керамический материал – диоксид циркония, стабилизированный иттрием. Однако, несмотря на наличие керамических имплантатов в арсенале производителей, они редко применяются в настоящее время в клинической практике из-за сомнения в их прочности.

Цель исследования: последовательное изучение структуры поверхности, состава и прочности керамических и титановых имплантатов и их клинической эффективности.

Материал и методы. Для выполнения цели исследования изучены физико-химические и структурные параметры современных керамических имплантатов. Структура поверхности, химический состав и прочность – изучались на примере неразборных керамических имплантатов ICX (Medentis, Германия), изготовленных, по данным производителя, из диоксида циркония, стабилизированного иттрием; для сравнения использовались результаты идентичных исследований титановых имплантатов (Grade 4, упрочненный методом холодной прокатки) той же фирмы [5,6]. Изучение микроструктуры поверхности имплантатов и ее химического состава проводилось в Технопарке «Сколково» (Москва); использовался инвертированный металлографический системный микроскоп OLYMPUS GX-51 (OLYMPUS, Япония) с одновременным фотографированием поверхности имплантатов с увеличениями от 50 до 1000. Также использовался сканирующий электронный микроскоп PHENOM («PhenomWorld», Голландия) с возможностью элементного анализа материала. Для изучения химического состава поверхности имплантатов использовался спектрометр с индуктивно связанной плазмой ULTIMA-2 (HORIBA Jobin Yvon S.A.S., Франция) с чувствительностью концентрации химических элементов 10-5-10-7% масс. Механические свойства керамических (диоксид циркония, стабилизированный иттрием) и титановых (Grade 4) неразборных дентальных имплантатов ICX (Medentis, Германия) изучались в испытательной лаборатории «ЦИТО им Н.Н. Приорова» по алгоритму программного комплекса DIONPro (Швейцария) и реализовалась на испытательном оборудовании LFV-10-T50 (Walter+Baiag, Швейцария). Скорость нагружения имплантата под углом 45° в варианте статической нагрузки соответствовала 5мм/мин, нагрузка прикладывалась до

разрушения имплантат. Динамическое нагружение проводилось при частоте изменения нагрузки 15Гц в течение 460 тыс. колебаний, величина нагрузки составляла 80% максимальной нагрузки, которую выдерживали имплантаты при статических испытаниях.

На протяжении двух лет прослежены клинические результаты применения 21 керамических имплантатов неразборной конструкции, установленных в адекватных условиях остеоинтеграции и функциональной нагрузки. Наряду с удалением имплантатов, учитывались случаи развития мукозита или периимплантита. В динамике проводилась периотестометрия стабильности имплантатов.

Результаты исследования. Как показал химический анализ, элементный состав диоксид-циркониевых имплантатов соответствовал данным производителя. При элементном анализе керамические имплантаты ICX (Medentis, Германия) состояли из 57,04 Вес.% циркония, 38,92 Вес.% кислорода, 3,82 Вес.% иттрия, и 0,22 Вес.% титана (в сумме диоксид циркония составляет 95,96 Вес.%) (Табл. 1).

Поверхность керамического имплантата из диоксида циркония, стабилизированного иттрием, имеет моноклинную зернистую структуру с размером зерна 0,3-0,5мкм с глубиной шероховатости до 0,6мкм; зерна имеют пологие пики, а шероховатость – щелевидная между зернами.

Таблица 1.

Элементный состав керамического имплантата (ICX, Medentis, Германия)

Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	Kratio	Z	R	A	F
O K	38.92	78.33	372.86	10.68	0.06	1.17	0.87	0.12	1
Y L	3.82	1.38	232.88	4.64	0.03	0.87	1.11	0.96	1.03
ZrL	57.04	20.14	3,615.17	1.09	0.50	0.87	1.11	1	1.01
TiK	0.22	0.15	20.08	57.26	0.00	0.96	0.99	0.76	1.03

В сравнении с керамическим имплантатом титановый имплантат ICX (Medentis, Германия) имеет более выраженную кратерообразную текстурированность поверхности с величиной кратеров 1,5-2,0мкм и более острыми стенками кратеров, что характерно для поверхности SLA.

Статическая нагрузка керамического имплантата, изготовленного из диоксида циркония, стабилизированного иттрием, приводила к разлому керамического имплантата при высоких показателях – в среднем $803,20 \pm 7,12$ МПа. В этих же условиях титановый имплантат выдерживал нагрузку $864,61 \pm 10,17$ МПа, т.е. на 7,1% больше. Оба имплантата имеют большой запас прочности относительно функциональной нагрузки, обычно не превышающей 250Н (что соответствует 250Па). О прочности имплантатов свидетельствуют и динамические нагрузки, которые в условиях значительных усилий – не менее 600МПа (т.е. на 20% меньше критических нагрузок) не приводили к разрушению имплантатов в течение 460 тыс. циклов перемежающейся нагрузки (идентичной пятилетнему сроку эксплуатации имплантатов с периодичностью приема пищи три раза в день).

В клинике установлена высокая эффективность протезирования на керамических имплантатах с немедленной нагрузкой. В ранние сроки после установки имплантатов отторглись ввиду несостоятельности процесса остеоинтеграции два имплантата у одного пациента, что составило 9,5% (6,3% от числа пациентов). Большинство имплантатов надежно остеоинтегрировались в костной ткани, были неподвижны и окружены периимплантатной десной без признаков воспаления. Такое состояние сохранялось весь период наблюдения на фоне соблюдения адекватной гигиены рта (ИГР-У при контроле в один и два года соответственно $1,7 \pm 0,3$ и $2,0 \pm 0,4$).

По данным периотестометрии первичная стабильность имплантатов при наивысшем значении (–8 ед.) в среднем составляла $-4,4 \pm 0,2$ ед., через две недели несколько уменьшалась ($-3,9 \pm 0,3$ ед.) и проявляла тенденцию к увеличению только через восемь недель ($-4,5 \pm 0,3$ ед.), стабилизируясь через 16 недель на показателях $-5,8 \pm 0,9$ ед.

Развитие мукозита произошло только у одного имплантата и выявлено на сроке контроля один год (5,3%). Индексные показатели состояния периимплантатных тканей не выявляли воспалительных явлений и составляли: индекс гигиены имплантата (ИГим) при контроле в один и два года соответственно $1,0 \pm 0,1$, $0,9 \pm 0,1$; индекс гингивита (ИГ) – $0,1 \pm 0,1$ и $0,2 \pm 0,1$; индекс Мюллмана – $0,1 \pm 0,1$ и $0,1 \pm 0,1$. Снижение уровня костной ткани в среднем за один год составило $0,45 \pm 0,18$ мм, а через два года – $0,56 \pm 0,20$ мм без явлений периимплантита.

Заключение. Современные керамические имплантаты из диоксида циркония на примере керамических дентальных имплантатов ICX (Medentis, Германия) обладают прочностью, сопоставимой с титановыми имплантатами, при статических и динамических стендовых испытаниях. Структура поверхности керамических имплантатов адекватно для процесса их остеоинтеграции, что отражается на долгосрочной эффективности протезирования на керамических имплантатах.

По данным периотестометрии период 2 недели – 4 месяца является наиболее уязвимым периодом при немедленной нагрузке имплантатов, что необходимо учитывать при организации наблюдения за пациентами с имплантатами.

1. Азарин Г.С. Оптимизация исходов непосредственного имплантационного зубного протезирования протяженными замещающими конструкциями в ближайшие и отдаленные сроки: автореф. на соиск. ученой степ. канд. мед. наук: 14.01.14 – стоматология Н., 2017.- 18 с.
2. Кузнецов А.В., Атаян Д.В., Дулов Ф.В. Выживаемость конических поверхностно-пористых дентальных имплантатов после 10 лет функционирования // Российский вестник дентальной имплантологии, 2016. - №1.- С.67-70
3. Фангманн Р. Немедленная нагрузка на беззубой нижней челюсти // Российский вестник дентальной имплантологии, 2014. - №1.- С.64-69
4. Широков Ю.Е., Широков Ю.Ю., Широков И.Ю. Необходимость измерения стабильности и остеоинтеграции дентальных имплантатов на нижней челюсти методом частотно-резонансного анализа при немедленной нагрузке несъемными зубными протезами // Российская стоматология, 2016.- № 9(2). - С.72-73.
5. Повстанко Ю.А. Сравнительное исследование современных дентальных имплантатов: экспериментально-клинические и технологические аспекты: автореф. на соиск. ученой степ. канд. мед. наук: 14.01.14 – стоматология М., 2018. 24с.
6. ICX – Das FAIRE Premium Implantat-System. Studien & Ergebnisse. GmbH. Medentis, 2016. 94 с.

РАЗДЕЛ XVI. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Писарев Д.И., Алексеева К.А.

Использование ОФ ВЭЖХ с предколоночной дериватизацией для определения глутатиона в образцах природного происхождения*Белгородский государственный национальный исследовательский университет
(Россия, Белгород)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-63

idsp: sciencerussia-10-02-2019-63

Аннотация

Настоящее исследование посвящено разработке методики анализа глутатиона восстановленного с помощью предколоночной дериватизации в растительных объектах. Для определения глутатиона в природных источниках использовались реакции дериватизации с дансилхлоридом, о-фталевым альдегидом и 1-бром-2,4-динитробензолом. В качестве тест-объектов, содержащих глутатион были выбраны пивные дрожжи, цветочная пыльца и сок киви. Детекцию образовавшихся дериватов проводили по поглощению в УФ-свете с помощью диодно-матричного детектора. Установлено, что дериваты глутатиона присутствуют на всех хроматограммах, что является доказательством того, что использованные реакции дериватизации являются избирательными и чувствительными для глутатиона даже в присутствии сопутствующих компонентов, содержащихся в выбранных объектах.

Ключевые слова: глутатион восстановленный, дансилхлорид, 1-бром-2,4-динитробензол, орто-фталевый альдегид, обращенно-фазная высокоэффективная жидкостная хроматография, дериватизация.

Важную роль в антиоксидантной защите организма человека играют легкоокисляющиеся биологически активные серосодержащие соединения, одним из которых является глутатион. Ведущая роль в антиоксидантном действии глутатиона заключается в защите клеток организма от действия активных кислородных форм, в большей степени от ОН-радикала.

Кроме того, глутатион эффективно взаимодействует с ионами металлов переменной валентности, защищая клетки от токсичного действия ионов тяжелых металлов (Cd^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+}). Защитные и регуляторные эффекты эндогенного глутатиона могут быть усилены экзогенным глутатионом.

Глутатион содержится в многих объектах природного происхождения. В качестве исследуемых объектов были выбраны пивные дрожжи, цветочная пыльца и сок киви, состав которых включает комплекс аминокислот и пептидов, в том числе глутатион.

Наиболее подходящими для определения глутатиона в природных источниках оказались реакции дериватизации с дансилхлоридом, о-фталевым альдегидом и 1-бром-2,4-динитробензолом.

Для экстракции глутатиона из дрожжевого материала был использован ряд экстрагентов: вода, а также водные растворы с добавлением кислотных или щелочных модификаторов, в качестве которых применяли 0,1 М раствор кислоты хлористоводородной и 0,05 М раствор натрия тетрабората. Результаты показали, что наилучший выход глутатиона наблюдался при экстракции 0,05 М раствором натрия тетрабората.

Хроматографическое разделение проводили на приборе «Agilent Technologies 1200 Infinity» (США). Электронные спектры регистрировали с помощью диодно-матричного

детектора серии Agilent 1200 (диапазон длин волн от 190 до 950 нм, кювета с длиной оптического пути 10 мм; объемом 13 мкл), шаг сканирования - 2 нм.

Для испытаний использовали стальную хроматографическую колонку Ascentis express C18 2,7 μm $\times$ 100 мм $\times$ 4,6 мм.

В качестве подвижной фазы (А) – 1%-ный водный раствор кислоты муравьиной, (Б) – спирт этиловый. Элюирование проводили в следующих условиях:

Скорость потока: 0,5 мл/мин

Температура колонки: 35 °С

Детекция: 284, 296 нм

Объем вводимой пробы: 1 $\mu\text{л}$

Элюирование осуществляли в градиентном режиме, приведённом в таблице 1.

Таблица 1.

Условия градиентного элюирования дериватов глутатиона

Время, мин	А, %	В, %
0	100	10
45	0	100

Хроматограмма разделения дансилхлоридных дериватов аминокислот и пептидов пивных дрожжей представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Хроматограмма дансилхлоридных дериватов аминокислот и пептидов дрожжей (экстрагент - 0,05 М раствор тетрабората натрия)

На представленном рисунке отмечается доминирующий пик, который по времени удерживания – 8,874 мин и УФ-спектру соответствует стандартному образцу деривата глутатиона с дансилхлоридным (DNC) реагентом. Таким образом, можно утверждать, что с помощью приложенной методики можно обнаружить глутатион в составе дрожжевого материала.

Так как, в указанных условиях пик дансилхлоридного деривата глутатиона разделяется по базовой линии (коэффициент разделения R_s – 2,84) с прочими DNC-дериватами аминокислот и пептидов дрожжей, то настоящую методику можно применять для оценки количественного содержания искомого пептида в пивных дрожжах.

При дериватизации боратного извлечения из пивных дрожжей о-фталевым альдегидом (ОРНА), также удалось обнаружить ОРНА-дериват глутатиона. Хроматограмма ОРНА-дериватов аминокислот и пептидов пивных дрожжей, представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 – Хроматограмма ОРНА-derivатов аминокислот и пептидов дрожжей (экстрагент - 0,05 М раствор тетрабората натрия)

На рисунке обнаруживается пик со временем удерживания 18,782 мин, который по времени удерживания и УФ-профилю пропорционален таковому стандартному образцу ОРНА-derivата глутатиона.

Как показывают приведённые параметры пригодности, коэффициент разделения составил R_s – 1,53, что свидетельствует об удовлетворительной разделяющей способности использованной хроматографической системы.

При использовании в качестве дериватизирующего агента 1-бром-2,4-динитробензола (DNBB) в боратном извлечении из дрожжевой массы, также удалось обнаружить DNBB-derivат глутатиона. Результаты хроматографирования DNBB-derivатов аминокислот и пептидов дрожжей представлены на рисунке 3.

Рисунок 3 – Хроматограмма DNBB-derivатов аминокислот и пептидов дрожжей (экстрагент - 0,05 М раствор тетрабората натрия)

На приведённой хроматограмме, обнаруживается пик со временем удерживания 15,111 мин, который по времени удерживания и УФ-профилю соответствует СО DNBB-derivата глутатиона.

Как следует из приведённых в таблице данных, коэффициент разделения DNBB-derivата глутатиона составил R_s - 16,07, что свидетельствует о хорошей разделяющей способности хроматографической системы. Это можно использовать для количественного определения глутатиона в дрожжевом материале с помощью данной реакции.

При дериватизации боратных извлечений из цветочной пыльцы и сока киви о-фталевым альдегидом не удалось обнаружить ОРНА-derivаты глутатиона. На хроматограммах дериватизации цветочной пыльцы дансилхлоридом и 1-бром-2,4-динитробензолом (рисунок 4,5) обнаруживаются пики DNC-derivатов и DNBB-derivатов глутатиона

Дериватизацию сока киви удалось провести только с помощью дериватизации дансилхлоридом (рисунок 6).

Рисунок 4 – Хроматограмма DNC-derivатов аминокислот и пептидов цветочной пыльцы (экстрагент - 0,05 М раствор тетрабората натрия)

Рисунок 5 – Хроматограмма DNBB-derivатов аминокислот и пептидов цветочной пыльцы (экстрагент - 0,05 М раствор тетрабората натрия)

Рисунок 6 – Хроматограмма DNC-derivатов аминокислот и пептидов сока киви (экстрагент - 0,05 М раствор тетрабората натрия)

Представленные хроматограммы показывают, что дансильный дериват глутатиона присутствует на всех хроматограммах, что является доказательством того, что реакция дансилирования является избирательной и чувствительной для глутатиона даже в присутствии сопутствующих компонентов, содержащихся в выбранных объектах. Поэтому настоящая методика с использованием дансилхлорида как дериватизатора может быть признана пригодной для определения глутатиона в объектах природного происхождения.

1. Определение аминокислот в лекарственном растительном сырье методом ТСХ: на примере листьев крапивы двудомной и плодов облепихи крушиновидной [Текст] / О. В. Тринеева Е. Ф. Сафонова, А. В. Синкевич [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. – 2015. – Т. 49, № 5. – С. 37-41.
2. Определение аминокислот в тканях и органах свиней методом обращенно-фазной высокоэффективной жидкостной хроматографии [Текст] / Н. Н. Дудкина, Е. Н. Беспмятных, А. В. Лысов [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2017. – № 3. – С. 171-173.
3. Camera, E. Analytical methods to investigate glutathione and related compounds in biological and pathological processes [Text] / E. Camera, M. Picardo // J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci. – 2002. – Vol. 781, № 1-2. – P. 181-206.
4. Chromatographic and mass spectrometric analysis of glutathione in biological samples [Text] / Y. Iwasaki, Y. Saito, Y. Nakano [et al.] // J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci. – 2009. – Vol. 877, № 28. – P. 3309-3317.
5. HPLC analysis of human erythrocytic glutathione forms using OPA and N-acetyl-cysteine ethyl ester: evidence for nitrite-induced GSH oxidation to GSSG [Text] / J. T. Michaelsen, S. Dehnert, D. Giustarini [et al.] // J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci. – 2009. – Vol. 877, № 28. – P. 3405-3417.

[illegible]

Научное издание

Наука России: Цели и задачи

Сборник научных трудов, по материалам
XIII международной научно-практической конференции
10 февраля 2019 г.

Часть 3

SPLN 001-000001-0403-SR

Подписано в печать 10.03.2019. Тираж 400 экз.
Формат.60х84 1/16. Объем уч.-изд. л.5.29
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович