Министерство образования и науки
Российской Федерации

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

ISSN 2308-4758

Выпуск №1, 2013 г.

Выходит 4 раза в год

Наука. Инновации. Технологии
Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета

Учредитель

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет».

Редакционный совет журнала

Левитская А.А., кандидат филологических наук, доцент, председатель; Сумской Д.А. доктор юридических наук, профессор, заместитель председателя; Рыбаков О.Ю., доктор философский наук, доктор юридических наук, профессор, заместитель председателя; Каркищенко А.Н., доктор физико-математических наук, профессор; Белозеров В.С., доктор географических наук, профессор, главный редактор; Балега Ю.Ю., доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН (Нижний Архыз); Рязанцев С.В., доктор экономических наук, член-корреспондент РАН (Москва); Тикунов В.С., доктор географических наук, профессор (Москва); Храмцов А.Г., доктор технических наук, профессор, академик РАСХН.

Редакционная коллегия

Белозеров В.С., доктор географических наук, профессор, главный редактор; Лиховид А.А., доктор географических наук, профессор; Брацихин А.А., доктор технических наук, доцент; Евдокимов И.А., доктор технических наук, профессор; Кононов Ю.Г., доктор технических наук, доцент; Ушвицкий Л.И., доктор экономических наук, профессор; Палиева Н.А., доктор педагогических наук, профессор; Ерохин А.М., доктор социологических наук, профессор; Шебзухова Т.А., доктор исторических наук, профессор; Чипига А.Ф., кандидат технических наук, профессор; Бекетов С.Б., доктор технических наук, профессор; Диканский Ю.И., доктор физико-математических наук, профессор; Аксенов А.В., доктор химических наук, профессор; Червяков Н.И., доктор технических наук, профессор; Серов А.В., доктор технических наук; Лодыгин А.Д., доктор технических наук, доцент, Голота А.Ф., доктор химических наук, профессор; Сысоев И.А. доктор технических наук; Стоянов Н.И., доктор технических наук, профессор; Лысенко А.В., доктор географических наук, доцент; Гридин В.А., доктор геолого-минералогических наук; Бондарь Т.П., доктор медицинских наук, профессор; Таранова Т.Н., доктор педагогических наук, профессор; Островская В.Н., доктор экономических наук, доцент; Тарала В.А., кандидат химических наук; Дроздова В.И., доктор физико-математических наук, профессор; Мочалов В.П., доктор технических наук, профессор; Закинян А.Р., кандидат физико-математических наук, ответственный секретарь.

Свидетельство

Федеральная служба по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.
о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-52723 от 8 февраля 2013 г.

Адрес: 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
Телефон: (8652) 35-47-83
E-mail: vsbelozerov@yandex.ru

ISSN 2308-4758

© ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 2013

Science. Innovations. Technologies
North-Caucasian Federal University

Founder

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «North-Caucasian Federal University»

Editorial Council

Levitskaya A.A., Ph.D. in Philology, associate professor, chairman; Sumskoy D.A., DPhil in Law, professor, chairman's assistant; Rybakov O.U., DPhil in Philosophy, chairman's assistant; Karkischenko A.N., DPhil in Physics and Mathematics, professor, Belozerov V.S., DPhil in Geography, professor, editor-in-chief; Balega U.U., DPhil in Physics and Mathematics, corresponding member of RAS (Nizgniy Archyz); Ryazantsev S.V., DPhil in Economics, corresponding member of RAS (Moscow), Tikunov V.S., DPhil in Geography, professor (Moscow), Khramtsov A.G., DPhil in Technics, professor, academician of Russian academy of agricultural sciences.

Editorial Board

Belozerov V.S., DPhil in Geography, professor, editor-in-chief; Likhovid A.A., DPhil in Geography, professor; Bratsikhin A.A., DPhil in Technics, associate professor; Evdokimov I.A., DPhil in Technics, professor; Kononov U.G., DPhil in Technics, associate professor; Ushvitskiy L.I., DPhil in Economics, professor; Palieva N.A. DPhil in Pedagogics, professor; Erokhin A.M., DPhil in Sociology, professor; Shebzukhova T.A., DPhil in History, professor; Chipiga A.F. DPhil in Technics, professor; Beketov S.B., Doctor of Technical Sciences, Professor; Dikansky Yu.I., Doctor of Physicomathematical Sciences, Professor; Aksenov A.V., Doctor Of Chemical Sciences, Professor; Chervyakov N.I., Doctor of Technical Sciences, Professor; Serov A.V., Doctor of Technical Sciences; Lodygin A.D., Doctor of Technical Sciences, associate professor; Golota A.F., Doctor Of Chemical Sciences, Professor; Sysoev I.A., Doctor of Technical Sciences; Stoyanov N.I., Doctor of Technical Sciences, Professor; Lysenko A.V., Doctor of Geographical Sciences, associate professor; Grydin V.A., Doctor of Geological-Mineralogical Sciences; Bondar T.P., Doctor of Medicine, Professor; Taranova T.N., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor; Ostrovskaya V.N., Doctor of Economic Sciences, associate professor; Tarala V.A., candidate of Chemical Sciences; Drozdova V.I., Doctor of Physicomathematical Sciences, Professor; Mochalov V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor; Zakinyan A.R., candidate of Physicomathematical Sciences, senior secretary.

Certificate

Federal service on supervision in the sphere of mass communications, communication and protection of a cultural heritage
on mass media registration
PI № ФС77-52723 dated February 8th 2013

Adress: 355009, Stavropol, Pushkin Str. 1.
Phone: (8652) 35-85-10; (8652) 56-31-11
E-mail: vsbelozerov@yandex.ru

ISSN 2308-4758

© FGAOU VPO «North-Caucasian Federal University», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ю. И. Диканский, М. А. Беджанян, О. В. Борисенко. Падение капли магнитной жидкости во вращающемся магнитном поле 7

Ю. И. Диканский, А. Р. Закинян. К вопросу о фазовом переходе в магнитном коллоиде при воздействии электрического поля 15

Р. Г. Закинян, И. Ю. Каторгин Н. Е. Полянская. Исследование распределения скоростей восходящих потоков по территории Ставропольского края 22

Р. Г. Закинян, К. С. Авакян, Ю. А. Семенова. Развитие экмановской теории пограничного слоя атмосферы при различной ориентации изобар 26

Ю. И. Диканский, А. Р. Закинян, Е. С. Ткачева. Электрические свойства магнитодиэлектрических эмульсий в магнитном поле 30

БИОЛОГИЯ

И. А. Евдокимов, М. С. Золоторева, Д. Н. Володин, В. С. Сомов. Анализ переработки молочной сыворотки и создание перспективных ресурсосберегающих технологий 37

Э. А. Манвелян, В. А. Батурин, Н. А. Анисимова. Гендерные и циркадианные различия эффективности диазепама у стрессированных крыс в «открытом поле» 45

В. И. Шипулин, О. Н. Назарова. Теоретические и практические аспекты биотехнологии мясопродуктов с использованием микропартикулированного сывороточного белка 55

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ

А. Ф. Чипига. Анализ возможностей практической реализации системы спутниковой связи на участке космический аппарат — земля при работе на пониженных частотах 63

И. А. Пинахин, М. А. Ягмуров. Метод объемного импульсного лазерного упрочнения материалов 72

В. В. Шишкин, С. В. Скориков, А. В. Акиншина. Возможности использования дисперсноармированных цементных композитов для восстановления трубопроводов водоснабжения 77

ИНФОРМАЦИОННО–ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

М. Г. Бабенко, Н. Н. Вершкова, Н. Н. Кучеров. Анализ подходов к построению арифметических сопроцессоров для задач эллиптической криптографии 85

М. Г. Бабенко, Е. С. Кияшко, Н. Н. Кучеров. Разработка алгоритма кодирования алфавита точками эллиптической кривой 92

Д. В. Мочалов. Алгоритм субоптимального распределения программных компонентов (ПК) распределенной системы управления (РСУ) телекоммуникациями 100

Д. В. Мочалов. Математическая модель системы интеграции программных компонентов (ПК) распределенной системы управления (РСУ) телекоммуникациями 106

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

А. А. Лиховид, К. В. Харин, К. Ю. Шкарлет. Современное фаунистическое разнообразие наземных позвоночных ландшафтов Ставропольской возвышенности 111

П. А. Диденко. Балльная оценка природного потенциала ландшафтов (на примере степной провинции Ставропольской возвышенности) 117

А. А. Лиховид, М. В. Черномуров, В. В. Гришин. Методический аппарат тематического дешифрирования данных дистанционного зондирования земли в коридоре магистральных газопроводов 124

А. В. Лысенко, Д. С. Водопьянова, Д. С. Азанов. Этноконтактные зоны в системе этнокультурного районирования Северного Кавказа 130

Д. Ю. Федюнина. Влияние человеческого общества на географическую среду 138

МЕДИЦИНА, ФАРМАКОЛОГИЯ

Т. П. Бондарь, О. И. Анфиногенова. Регистрация функциональных отклонений клеток системы эритрон методом компьютерной морфометрии 145

О. А. Бутова. Функциональный подход в аспекте инноваций фундаментальной медицины 151

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

В. С. Белозеров, А. А. Черкасов. ГИС-мониторинг этнических процессов в России 157

И. А. Бабенко. Травестирование мортальных кодов в поэтике русской сатирической драматургии второй половины XIX века 162

И. В. Дубровина. Перспектива преодоления экзистенциального конфликта в драме Н. Коляды 168

С. А. Иванов. Аналогия уголовного закона как способ преодоления его коррупциогенных факторов 176

Н. П. Медведев. Историческая наука и политология: к вопросу об основаниях синтеза 182

А. М. Поморцева. Цивилизационный разлом: проблема концептуализации 193

ПЕДАГОГИКА

С. Ю. Иванова. Проблема формирования российской идеологии воспитания и реализации ее патриотического компонента в образовательном пространстве 199

И. М. Агибова, М. А. Беджанян, О. А. Нечаева, О. В. Федина. Особенности подготовки студентов направления «Физика» к научно-исследовательской деятельности на начальном этапе обучения в вузе 206

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2013 г.

УДК 537.9

Ю. И. Диканский [Y. I. Dikansky],
М. А. Беджанян [M. A. Bedzhanyan]
О. В. Борисенко [O. V. Borisenko],

ПАДЕНИЕ КАПЛИ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Falling of a magnetic fluid drop in a rotating magnetic field

Экспериментально исследовано движение капли ферромагнитной жидкости в жидкой немагнитной среде под воздействием вращающегося магнитного поля. Обнаружено отклонение падающей капли от вертикального направления в полях, превышающих некоторое критическое значение. Также обнаружен экстремум зависимости величины отклонения капли от частоты вращающегося поля. Приведён теоретический анализ полученных результатов, предложен алгоритм численного решения исследуемой задачи.

Motion of a ferrofluid drop in a liquid nonmagnetic medium under the action of a rotating magnetic field is studied experimentally. The falling drop deviation from the vertical direction is observed when it is subjected to the action of fields which exceeds some critical value. The extremum of the dependence of the deviation value on the rotating field frequency is also observed. The theoretical analysis of the obtained results is presented and the algorithm of numerical solution of the studied problem is proposed.

Ключевые слова:
магнитная жидкость, эффект Магнуса, вращающееся магнитное поле.
Key words: magnetic fluid, Magnus effect, rotating magnetic field.

Исследованию процессов деформации капель и микрокапель жидких намагничивающихся сред (магнитных жидкостей) посвящено достаточно много работ, обзор большинства которых можно найти в монографиях [1]. Интерес к этой проблеме возрос после создания на основе магнитных жидкостей магниточувствительных эмульсий и аэрозолей [2], поведением которых можно управлять с помощью воздействия магнитными полями. Вместе с тем особенности движения капель магнитных жидкостей при воздействии на них деформирующих магнитных полей изучены недостаточно. При этом в немногочисленных работах, посвященных этой проб-

леме, рассматривается, как правило, движение капель в стационарном магнитном поле [3]. В настоящей работе предприняты исследования падения капли магнитной жидкости в жидкой среде при воздействии на нее вращающегося магнитного поля.

Методика и техника эксперимента

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1. Вращающееся магнитное поле создавалось двумя парами катушек Гельмгольца, расположенными взаимно перпендикулярно. На обмотки катушек подавалось переменное напряжение одинаковой частоты, регулируемой в диапазоне от 1 Hz до 30 Hz, со сдвигом фаз 90° от низкочастотного звукового генератора ГЗ–123 и двух усилителей мощности LV 103 с возможностью плавной регулировки коэффициента усиления. Сила тока в катушках регулировалась таким образом, что амплитудные значения напряженностей поля, создаваемых каждой из катушек были одинаковы. Вектор напряженности магнитного поля вращался в вертикальной плоскости, его величина могла достигать 7,2 kA/m, а скорость вращения варьировалась от 5 до 30 s^{-1}.

В области однородности магнитного поля располагалась стеклянная кювета с плоскопараллельными стенками, наполненная водой. В кювету с помощью медицинского шприца вводилась капля магнитной жидкости типа магнетит в керосине с олеиновой кислотой в качестве стабилизатора. Диаметр капли варьировался в диапазоне от 1 mm до 5 mm. Движение капли фиксировалось с помощью видеокамеры при частоте съёмки 300 кадров в секунду, что позволяло в последующем воспроизводить полученные видеозаписи на мониторе компьютера в замедленном режиме с целью анализа поведения исследуемого объекта. Координаты центра капли в каждый момент времени измерялись с помощью прозрачной миллиметровой сетки, которая располагалась на передней стенке кюветы.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Было обнаружено, что при воздействии на падающую в жидкой среде каплю магнитной жидкости однородного вращающегося магнитного поля капля, обретая форму эллипсоида вращения, отклоняется от вертикального направления влево, если вектор напряжённости магнитного поля вращается по часовой стрелке, и вправо, если вектор напряжённости вращается против часовой стрелки.

На рисунке 2 графически представлены результаты исследования зависимости величины отклонения x капли от напряжённости H магнитного поля в диапазоне от 80 A/m до 4,8 kA/m, соответствующие частотам вращения вектора напряжённости магнитного поля 5, 10 и 15 Hz. Анализ полученных кривых позволяет сделать вывод о том, что отклонение капли от вертикали наблюдаются при достижении напряженности вращающегося поля 1,6 kA/m. По мере дальнейшего увеличения напряжённости магнитного по-

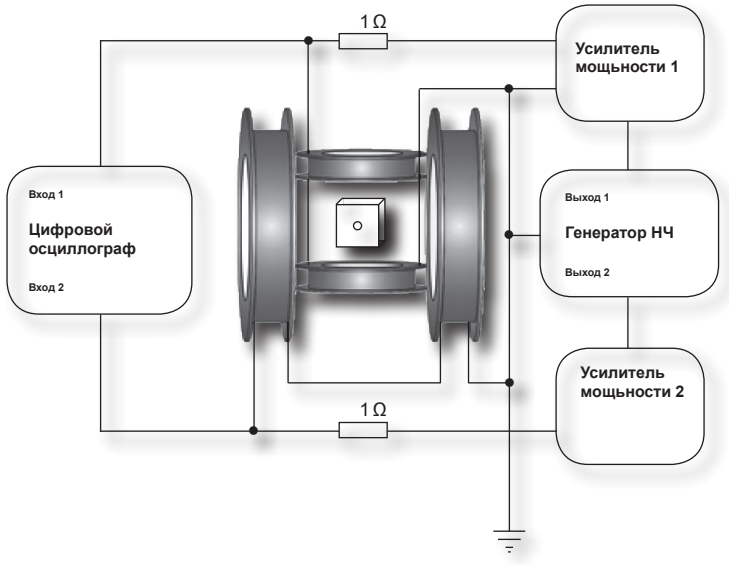


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

ля наблюдается монотонный рост величины отклонения капли от вертикали. Как следует из анализа видеозаписей, в полях напряжённостью менее 1,6 kA/m капля сохраняет сферическую форму, при превышении этого значения начинается трансформация сферической формы капли в форму слабо вытянутого эллипсоида вращения.

На рисунке 3 представлены результаты исследования зависимости величины отклонения капли от частоты f вращения вектора напряжённости магнитного поля в диапазоне частот от 5 до 25 Hz, соответствующие полям напряжённостью 4; 4,6 и 5,1 kA/m. Как можно видеть, полученные кривые имеют ярко выраженный максимум в области 10–12 Гц.

Анализ полученных результатов позволяет предположить, что отклонение падения капли от вертикали происходит в случае, когда капля начинает деформироваться под воздействием поля. Как известно [4], величина деформации капли в магнитном поле и критическое значение напряженности поля ее развития зависят как от напряженности поля, так и от величины межфазного натяжения на границе «капля – среда». В связи с этим были проведены эксперименты, аналогичные вышеописанным, но при уменьшении межфазного натяжения на границе капли, которое осуществлялось путем добавления в воду некоторого количества поверхностно-активного вещества. На рисунках 4 и 5 представлены полевые и частотные зависимости величины отклонения капли в такой среде.

Сравнительный анализ представленных кривых позволяет говорить о том, что характер исследуемых зависимостей при добавлении в воду ПАВ

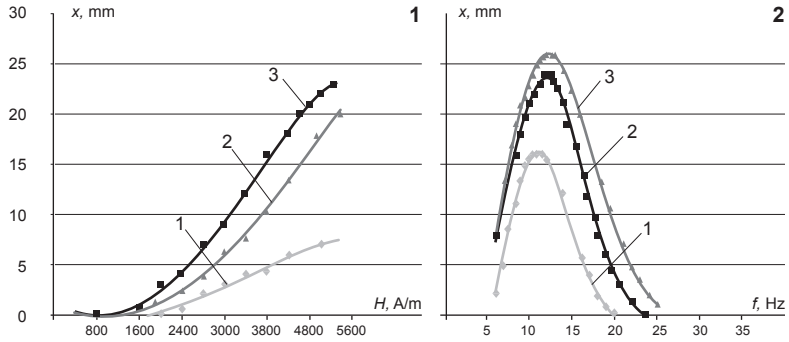


Рис. 2. **Зависимость величины отклонения капли от напряженности поля при движении капли в воде при частотах вращения поля: 1 — f = 5 Hz; 2 — f = 15 Hz; 3 — f = 10 Hz.**

Рис. 3. **Зависимость величины отклонения капли от частоты вращения поля при движении капли в полях величиной: 1 — *H* = 4 kA/m; 2 — *H* = 4.64 kA/m; 3 — *H* = 5.12 kA/m.**

сохраняется. Однако минимальные отклонения капли от вертикали в этом случае наблюдаются в полях величиной уже порядка 800 A/m. Кроме того, величина отклонения капли во второй серии исследований оказывается значительно большей, а положение экстремума частотной зависимости смещается в область меньших частот.

По всей видимости, обнаруженные особенности движения капли магнитной жидкости во вращающемся магнитном поле обусловлены проявлением эффекта Магнуса. Действительно, появление поперечной силы, приводящей к отклонению капли от вертикали может быть связано с увлечением вращающейся каплей окружающей ее воды. При этом капля начинает вращаться только при нарушении сферичности ее формы, т. е. при ее трансформации в эллипсоид вращения под воздействием поля. Этим может быть объяснено наличие критического значения напряженности поля, с которого происходит отклонение движения капли от вертикали. Понижение межфазного натяжения на границе «капля — среда» приводит к уменьшению критической напряженности поля, соответствующей началу деформации, а также увеличению ее степени при заданном значении напряженности поля, что может служить объяснением отличия результатов первой и второй серии экспериментов, в последней из которых было уменьшено межфазное натяжение.

Природа экстремумов, наблюдаемых на зависимостях отклонения капли от вертикали от частоты вращения поля может быть объяснена, по всей видимости, тем, что с ростом частоты вращения магнитного поля возрастает скорость вращения капли, в результате чего возрастает величина поперечной силы, обусловленной проявлением эффекта Магнуса.

При дальнейшем увеличении скорости вращения капли в результате проявления вязких сил окружающей среды большая ось капли отстает на не-

который угол от вектора напряжённости магнитного поля. При этом составляющая магнитного поля вдоль большой оси капли уменьшается, и эксцентриситет капли убывает, стремясь к нулю при частотах порядка 20–25 Hz, о чём свидетельствует анализ полученных видеозаписей. В результате величина поперечной силы убывает, и угол отклонения капли уменьшается до нуля.

Теоретическая интерпретация результатов

Уравнение движения капли в горизонтальном направлении может быть представлено в виде:

$$F_m - F_s = m\frac{d\mathcal{V}_x}{dt}, \qquad (1)$$

где F_m — сила Магнуса, F_s — сила сопротивления окружающей среды, m — масса капли, $\mathcal{V}_x$ — скорость капли в горизонтальном направлении.

Величина силы Магнуса определяется на основании теоремы Жуковского [5]:

$$F_m = \rho\mathcal{V}_\infty b_0 \oint_L (\mathbf{v}d\mathbf{l}) \ , \qquad (2)$$

где ρ — плотность окружающей среды, $\mathcal{V}_\infty$ — скорость среды на бесконечности (скорость набегающего потока), b_0 — параметр, определяемый размерами и формой тела (малая полуось капли), $\oint_L (\mathbf{v}d\mathbf{l})$ — циркуляция.

Определение величины силы Магнуса в условиях данного эксперимента осуществляется численным путём. Для этого мысленно разобьём каплю на бесчисленное множество бесконечно малых фрагментов секущей плоскостью, параллельной плоскости вращения капли. В результате этого каждый фрагмент будет представлять собой эллиптический цилиндр высотой h_i с большой и малой полуосями основания a_i и b_i соответственно. Это позволяет вращение капли рассматривать как синхронное вращение эллиптических цилиндров, на каждый из которых действует элементарная сила Магнуса

$$\Delta F_{\text{м}\,i} = \rho_{\text{ср}}\mathcal{V}_\infty h_i \oint_L \mathcal{V}_i dl \ ,$$

где $\mathcal{V}_i$ — линейная скорость вращения капли.

Так как $\mathcal{V}_i = \omega r_i$ и $dl = r_i d\varphi$, где ω — циклическая частота вращения капли, r_i — радиус-вектор точек поверхности элемента разбиения, а φ — угол поворота радиус-вектора r_i, то

$$\Delta F_{mi} = \rho \mathcal{V}_\infty h_i \mathcal{V} \omega \int_0^{2\pi} r^2(\varphi) d\varphi .$$

Из геометрических соображений получим:

$$h_i = b_0 \left(\cos \gamma_i - \cos \gamma_{i+1} \right),$$

где $\gamma = 0 \div \pi$, b_0 — малая полуоси капли.

Тогда для силы Магнуса, действующей на элемент разбиения, окончательно получим:

$$\Delta F_{mi} = \rho \mathcal{V}_\infty h_i \oint_L \mathcal{V} dl = \rho \mathcal{V}_\infty \mathcal{V} \omega b_0 \left(\cos \gamma_i - \cos \gamma_{i+1} \right) \int_0^{2\pi} r^2(\varphi) d\varphi .$$

Таким образом, сила Магнуса, действующая на каплю, может быть представлена в виде скалярной суммы

$$F_{mi} = \sum_i \Delta F_{mi} \qquad (3)$$

Путём несложных математических операций, получим

$$r^2(\varphi) = \left(\frac{\cos^2 \varphi}{a_i^2} + \frac{\sin^2 \varphi}{b_i^2} \right)^{-1} .$$

Величины a_i, b_i и h_i могут быть определены из геометрических соображений:

$$a_i = \sin \gamma \sqrt{\left(\frac{\cos^2 \gamma}{b_0^2} + \frac{\sin^2 \gamma}{a_0^2} \right)^{-1}} \ , \ b_i = b_0 \sin \gamma .$$

Тогда окончательно

$$F_{\text{м}} = \rho \upsilon_\infty \mathcal{V} \omega b_0 \sum_{\gamma=0}^{\pi/2} \sum_{\varphi=0}^{2\pi} \left[\Delta \varphi \left(\cos \gamma - \cos \gamma_{i+1} \right) \left(\frac{\cos^2 \varphi}{a_i^2} + \frac{\sin^2 \varphi}{b_i^2} \right)^{-1} \right].$$

Зависимость величины силы Магнуса от напряжённости магнитного поля найдем из следующего. Очевидно, что величина силы F_m определяется эксцентриситетом капли, который связан с напряжённостью магнитного поля выражением вида

$$H^2 = \frac{3\sigma \left(1 + \frac{\chi}{3} \right)}{\mu_0 \chi^2 R} \cdot \frac{\left[\frac{\left(1 - e^2 \right)^{1/3}}{2} \left(1 + \frac{\arcsin e}{e \left(1 - e^2 \right)^{1/2}} \right) - 1 \right] \cdot \left[1 + \chi \cdot \frac{1 - e^2}{2e^3} \left(\ln \frac{1+e}{1-e} - 2e \right) \right]}{\frac{1}{3} - \frac{1 - e^2}{2e^3} \left(\ln \frac{1+e}{1-e} - 2e \right)} .$$

Решение этого уравнение относительно эксцентриситета осуществлялось численно методом половинного деления отрезка [6].

Величину силы сопротивления окружающей среды определим формулой Адамара — Рыбчинского, учитывающей вязкие свойства как окружающей среды, так и капли:

$$F_s = 6\pi\eta_0 R_e \mathcal{V}_x \frac{1+\frac{2}{3}\frac{\eta_0}{\eta}}{1+\frac{\eta_0}{\eta}} \tag{7}$$

где η_0 — коэффициент вязкости внешней среды, η — коэффициент вязкости магнитной жидкости, $\mathcal{V}_x$ — скорость капли в горизонтальном направлении, R_e — эквивалентный радиус капли.

Очевидно, что в условиях данного эксперимента величина эквивалентного радиуса является функцией угла поворота капли α и может быть представлена выражением вида

$$R_e = \frac{R_{\min} - R_{\max}}{2}\cos 2\alpha + \frac{R_{\min} + R_{\max}}{2} \tag{8}$$

Здесь величины $R_{\min}$ и $R_{\max}$ определяются известными выражениями [7, 8]:

$$\left.\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{1}{3}\cdot\frac{8b_0}{\frac{-2\beta}{\beta^2-1}+\frac{2\beta^2-1}{\left(\beta^2-1\right)^{3/2}}\ln\frac{\beta+\sqrt{\beta^2-1}}{\beta-\sqrt{\beta^2-1}}} \\ R_{\max} &= \frac{1}{3}\cdot\frac{8a_0}{\frac{\beta}{\beta^2-1}+\frac{2\beta^2-3}{\left(\beta^2-1\right)^{3/2}}\ln\beta+\sqrt{\beta^2-1}} \end{aligned}\right\},$$

где $\beta = a_0/b_0$.

Таким образом, решая уравнение (1), окончательно получим:

$$\mathcal{V}_x = \frac{F_m}{6\pi\eta_0 R_e}\cdot\frac{1+\frac{\eta_0}{\eta}}{1+\frac{2}{3}\frac{\eta_0}{\eta}}\cdot\left[1-\exp\left(-\frac{t}{\tau_0}\right)\right]. \tag{9}$$

где $$\tau_0 = \frac{m}{6\pi\eta_0 R_{\text{экв}}}\cdot\frac{1+\frac{\eta_0}{\eta}}{1+\frac{2}{3}\frac{\eta_0}{\eta}}\ , \tag{10}$$

представляет собой время установления скорости движения капли.

Зависимость координаты x центра капли от времени определится интегралом

$$x = \int_0^t \mathcal{V}_x dt = \frac{F_m}{6\pi\eta_0 R_e} \cdot \frac{1+\dfrac{\eta_0}{\eta}}{1+\dfrac{2}{3}\dfrac{\eta_0}{\eta}} \cdot \left[t + \tau_0 \exp\left(\frac{-t}{\tau_0}\right)\right] + C\,. \qquad (11)$$

Проведенный анализ полученных экспериментальных результатов позволяет объяснить обнаруженные особенности падения капли магнитной жидкости возникновением поперечной силы (силы Магнуса), возникающей вследствие вращения капли за счет воздействия вращающегося магнитного поля. При этом вращение капли реализуется только в случае ее деформации, величина которой зависит от напряженности магнитного поля и частоты его вращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баштовой В.Г., Берковский Б. М., Вислович А. Н. Введение в термодинамику магнитных жидкостей. М.: Институт высоких температур АН СССР, 1985. 188 с.; **2. Диканский Ю.И., Киселёв В.В.** Магниточувствительные аэрозоли и перспективы их применения // Магнитная гидродинамика. 1998. Т. 34. №3. С. 263–266. **3. Копылова О.С.** Особенности движения микрокапель магнитной жидкости в магнитном и электрическом полях: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Ставрополь, 2006. 150 с.; **4. Блум Э.Я., Майоров М. М., Цеберс А.О.** Магнитные жидкости. Рига: Зинатне, 1989. 386 с.; **5. Прандтль Л.** Эффект Магнуса и ветряной корабль // УФН. 1925. Т. 5. Вып. 1–2. С. 1–27. **6. Тихонов А.Н., Костомаров Д.П.** Вводные лекции по прикладной математике. М.: Наука, 1984. 192 с.; **7. Хаппель Дж., Бренер Г.** Гидродинамика при малых числах Рейнольдса. М.: Мир, 1976. 630 с.; **8. Фукс Н.А.** Механика аэрозолей. М.: Издательство академии наук СССР, 1955. 351 с.

ОБ АВТОРАХ

Диканский Юрий Иванович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей физики Института естественных наук. Dikansky@mail.ru.

Беджанян Марита Альбертовна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры общей физики Института естественных наук. maritabedzhanyan@mail.ru

Борисенко Олег Васильевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», инженер кафедры общей физики Института естественных наук. borsgu@gmail.com.

Dikansky Yuri Ivanovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Head of General Physics Department, Doctor of physical and mathematical sciences, professor. Dikansky@mail.ru.

Bedzhanyan Marita Albertovna, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of General Physics, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor. maritabedzhanyan@mail.ru.

Borisenko Oleg Vasil'evich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of General Physics, engineer. borsgu@gmail.com.

УДК 541.182; 537.84

Ю. И. Диканский [Y. I. Dikansky],
А. Р. Закинян [A. R. Zakinyan]

К ВОПРОСУ О ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ В МАГНИТНОМ КОЛЛОИДЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

On the phase transition in a magnetic colloid under the action of electric field

В статье описано исследование фазового расслоения и структурной организации тонкого слоя магнитной жидкости при воздействии постоянного электрического поля. Приводится анализ причин наблюдаемого фазового расслоения на основе модели строения коллоидной частицы магнетита, предполагающей наличие на ее поверхности как оболочки адсорбированных молекул олеиновой кислоты, так и двойного электрического слоя.

The phase stratification and structural organization in a thin layer of magnetic fluid under the action of a constant electric field are studied. The analysis of the causes of the observed phase stratification was made on the basis of the model of the structure of magnetite colloidal particle; the model assumes the presence of electric double layer on the surface of the particle coupled with the shell of adsorbed oleic acid molecules.

Ключевые слова:
магнитная жидкость, структурообразование, электрическое поле.
Key words: magnetic fluid, structure formation, electric field.

ВВЕДЕНИЕ

Проведенные ранее исследования показали возможность формирования периодических структурных решеток в тонких слоях магнитной жидкости (МЖ) в электрическом поле и их трансформации при изменении внешних условий. В работе [1] формирование лабиринтных структурных решеток наблюдалось при достижении некоторого критического значения напряженности электрического поля, величина которого зависела от температуры, а также напряженности дополнительно приложенного магнитного поля. Анализ результатов этих исследований позволил авторам работы сделать вывод, что под воздействием электрического поля происходит образование новой, более концентрированной фазы с последующей ее структурной организацией. Интерпретация процессов структурообразования в магнитных коллоидах как фазовых переходов ранее предлагалась в ряде работ [2–4]. Вместе с тем проведенные нами экспериментальные исследования показали, что стабилизированные МЖ на основе керосина являются достаточно устойчивыми и не претерпевают фазового расслоения ни за

счет магнитодипольного взаимодействия в температурном интервале, соответствующем таким системам, ни при воздействии магнитных полей. Это обстоятельство отмечалось также в работе [5].

При анализе механизмов структурообразования, наблюдающегося в ряде случаев в МЖ, необходимо, кроме магнитодипольного взаимодействия, учитывать специфику коллоидного состояния системы и поверхностные свойства дисперсных частиц. Нарушение агрегативной устойчивости магнитных жидкостей может быть вызвано, в частности, введением полимерных добавок [6, 7]. Согласно работе [6], роль таких добавок могут играть и молекулы несвязанного поверхностно-активного вещества (ПАВ), находящиеся в дисперсионной среде. При введении неадсорбирующегося полимера образование агрегатов обусловлено вытеснительной флокуляцией [8]. Осмотическое давление раствора неадсорбирующегося полимера создает силу, приводящую к притяжению частиц, когда они сближаются на расстояние меньше размера полимерных клубков. Отметим, что, вследствие небольшого объемного содержания несвязанного ПАВ в МЖ на основе керосина, при рассмотрении их агрегативной устойчивости возможность вытеснительной флокуляции, как правило, не рассматривается.

В работе [9] было сделано предположение, что возникновение лабиринтных структур в тонких слоях МЖ при воздействии электрического поля может быть связано с формированием в приэлектродной области ячейки объемного заряда. Возникающее в таком случае неоднородное электрическое поле должно приводить к ослаблению действия защитных оболочек частиц в результате отрыва молекул ПАВ. Однако такое представление не объясняет обратимость наблюдавшихся процессов структурообразования в электрическом поле, в связи с чем представилось необходимым продолжить исследования в этом направлении.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования использовалась МЖ на основе керосина с магнетитовыми частицами, стабилизированными олеиновой кислотой. Объемная концентрация дисперсной фазы исследованного образца составляла $\varphi_м = 10$ об.%.

Для изучения структурных образований использовался оптический микроскоп *(3)*, снабженный блоком цифровой регистрации изображения *(4)*. Измерительная ячейка состояла из двух прямоугольных стеклянных пластин с прозрачным токопроводящим покрытием. Между пластинами помещалась фторопластовая пленка с круглым отверстием, которое заполнялось исследуемой МЖ *(2)*. Толщина слоя МЖ составляла 20–40 мкм и определялась толщиной фторопластовых пленок. Для создания электрического поля на пластины подавалось напряжение от стабилизированного источника постоянного напряжения *(5)*. Схема применявшейся экспериментальной установки представлена на рисунке 1.

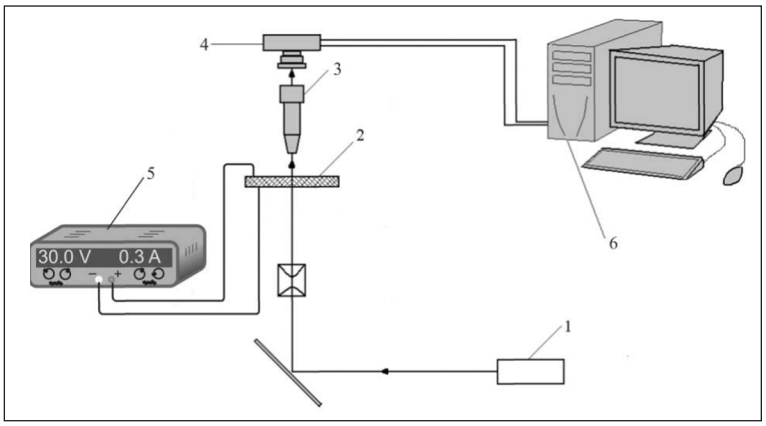


Рис. 1. Схема установки для визуального наблюдения и фотографирования структуры в тонких слоях магнитных жидкостей:
1 — осветитель;
2 — ячейка с магнитной жидкостью;
3 — микроскоп;
4 — блок цифровой регистрации изображения;
5 — стабилизированный источник напряжения;
6 — ПК.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что электрическое поле напряженностью до $E_п = 300$ кВ/м (пороговое значение напряженности, соответствующее началу развития электрогидродинамических течений в образце) не приводит к фазовому расслоению исходного образца исследуемой МЖ. Однако оно начинало проявляться при введении в МЖ ионизирующих добавок. В качестве таких добавок использовались частично растворимые в керосине ионизирующие соединения (молекулярный йод, четвертичные аммониевые соли (Bu_4NBr)). Анализ вольтамперных характеристик образцов с этими добавками выявил значительное (более чем в два раза) увеличение их эффективной электропроводности по сравнению с исходной МЖ.

Наблюдения в оптический микроскоп показали, что введение добавок приводит к образованию в первоначально однородной МЖ при воздействии электрического поля напряженностью E = 100 кВ/м устойчивых лабиринтных структур (рис. 2а, б). При этом процесс структурообразования является обратимым: после выключения электрического поля структурная решетка растворяется в течение нескольких минут. Таким образом, можно сделать вывод, что образование лабиринтной структуры в тонком слое МЖ происходит при создании условий, способствующих увеличению ее электропроводности.

Для объяснения обнаруженной зависимости процесса структурообразования в слое МЖ от ее электропроводности, используем модель, описанную в [10]. Согласно этой модели, магнитную жидкость можно рассматри-

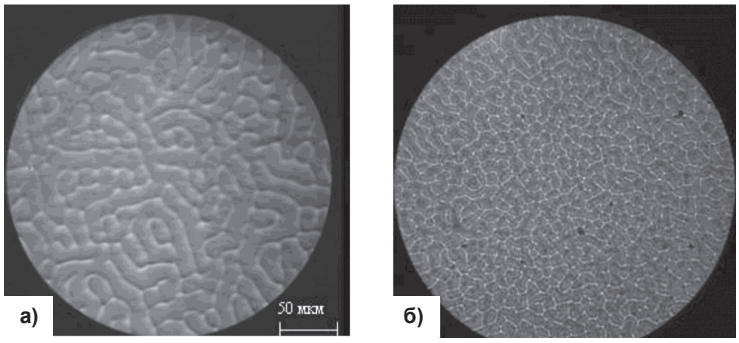


Рис. 2. Лабиринтные структуры, возникающие в магнитной жидкости под воздействием постоянного электрического поля (напряжение на ячейке U = 3 В) при введении в нее ионизирующих добавок:
а) Bu_4NBr; б) I_2

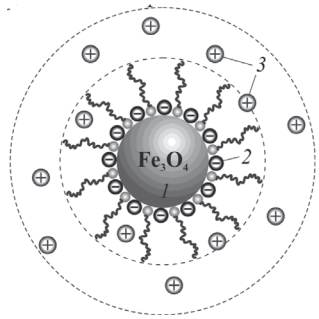
вать как двухфазную систему, в которой одна фаза — это коллоидные частицы, стабилизированные ПАВ и несущие электрический заряд, созданный адсорбированными ионами, а другая фаза — несущая жидкость. Действительно, большинство МЖ получают методом химического осаждения. В частности, частицы магнетита могут быть получены осаждением Fe^{2+} и Fe^{3+} ионов в водном растворе гидроксида аммония. В результате этого, как показано в [11], частицы магнетита стабилизированы не только оболочкой из молекул олеиновой кислоты, но и двойным электрическим слоем. В этом случае OH^--ионы и молекулы олеиновой кислоты располагаются на поверхности частицы. Отрицательно заряженная частица магнетита окружается противоионами NH_4^+, формирующими двойной электрический слой (рис. 3).

Введение в МЖ добавок, увеличивающих ее электропроводность, приводит к изменению структуры диффузной части двойного электрического слоя, что в свою очередь приводит к некоторому изменению результирующего потенциала взаимодействия коллоидных частиц. В данном случае он будет складываться из энергий магнитного и электрического диполь-дипольного притяжения, стерического отталкивания, ван-дер-ваальсова притяжения, а также расклинивающего давления, приводящего к отталкиванию частиц в результате перекрытия двойных электрических слоев.

Потенциал сил отталкивания адсорбционно-сольватных оболочек, образованных длинноцепочечными молекулами ПАВ может быть представлен в виде [12]

$$U_1 = 2\pi d^2 \xi \left(2 - \frac{r+d}{\sigma} \ln\left(\frac{d+2\sigma}{r+d} \right) - \frac{r}{\sigma} \right), \qquad (1)$$

где ξ — поверхностная концентрация молекул олеиновой кислоты, σ — толщина адсорбционной оболочки, r — расстояние между поверхностями частиц, d — диаметр магнетитовой частицы.



1 — магнетит;
2 — OH^--ионы;
3 — NH_4^+-ионы.

Рис. 3. Схема строения коллоидной частицы магнетита в МЖ:

Потенциал ван-дер-ваальсова притяжения может быть найден с помощью выражения [13]

$$U_2 = -\frac{A}{12kT}\left(\frac{d^2}{(r+d)^2} + \frac{d^2}{(r+d)^2 - d^2} + 2\ln\left(1 - \frac{, d^2}{(r+d)^2}\right)\right), \qquad (2)$$

где A — постоянная Гамакера.

Энергия магнитного диполь-дипольного взаимодействия малых частиц, усредненная по ориентациям, может быть записана в виде [14]

$$U_3 = -\frac{1}{3}\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m^2}{kTd^3}\right)^2\left(\frac{d}{r+d}\right)^6 + \frac{7}{450}\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m^2}{kTd^3}\right)^4\left(\frac{d}{r+d}\right)^{12}, \qquad (3)$$

где m — магнитный момент частицы.

Энергия отталкивания частиц, обусловленная перекрытием диффузных двойных электрических слоев, может быть определена с помощью выражения [15]

$$U_4 = 16kT\frac{\pi\varepsilon_0\varepsilon d\exp(-\kappa r)}{(eZ)^2}\left[\frac{\exp(Ze\psi/2kT)-1}{\exp(Ze\psi/2kT)+1}\right]^2, \qquad (4)$$

где $\kappa = \sqrt{\dfrac{e^2Z^2n}{\varepsilon\varepsilon_0 kT}}$,

n — концентрация ионов в растворе;
ψ — потенциал поверхности коллоидной частицы.

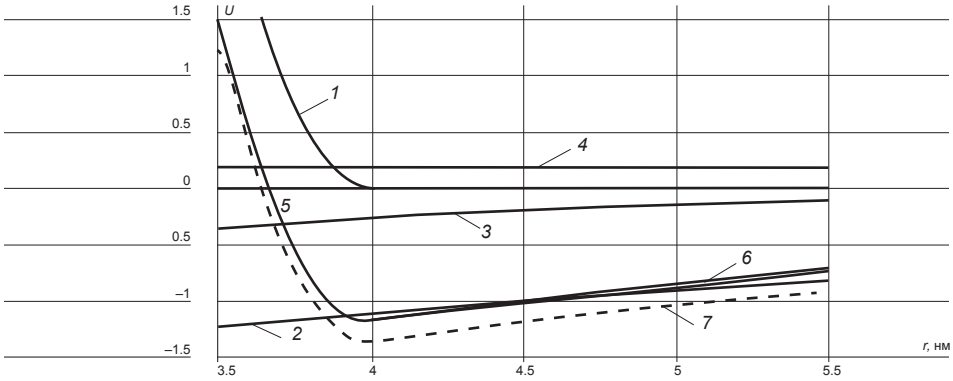


Рис. 4. Потенциальные кривые взаимодействия коллоидных частиц в магнитной жидкости:

1 — энергия стерического отталкивания;
2 — энергия ван-дер-ваальсова притяжения;
3 — энергия магнитного диполь-дипольного притяжения;
4 — энергия, обусловленная перекрытием двойных электрических слоев;
5 — энергия электрического диполь-дипольного притяжения;
6 — результирующая потенциальная кривая;
7 — результирующая потенциальная кривая без учета энергии расклинивающего давления двойных электрических слоев.

Для численной оценки влияния расклинивающего давления двойных электрических слоев на результирующий потенциал взаимодействия частиц были использованы следующие значения параметров: $\varepsilon = 2$; $n = 6\times10^{16}$ м$^{-3}$; $Z = 1$; $\psi = 0{,}04$ В (все потенциалы выражены в единицах kT).

Расчет энергии электрического диполь-дипольного притяжения коллоидных частиц в электрическом поле был выполнен согласно [16]. Полученное значение энергии оказалось на порядок меньше энергий вышеприведенных взаимодействий, что указывает на ее незначительную роль в изучаемых процессах и что ею можно пренебречь.

Зависимости, рассчитанные согласно выражениям (1–4) представлены на рисунке 4, где также показана зависимость результирующего потенциала взаимодействия от расстояния между частицами.

Действие электрического поля приводит к поляризации двойного электрического слоя коллоидных частиц. Если же величина внешнего электрического поля превышает некоторое критическое значение, это может приводить к разрушению двойного электрического слоя и исчезновению его стабилизирующего действия. Зависимость результирующего потенциала взаимодействия коллоидных частиц магнитной жидкости в отсутствие двойного электрического слоя также показана на рисунке 4 (пунктирная кривая). Как видно из рисунка, разрушение двойного электрического слоя приводит к увеличению глубины потенциальной ямы, что свидетельствует о возможной интенсифи-

кации процессов агрегирования. В результате устанавливается своеобразная гибкая связь: частицы не могут ни разойтись, ни приблизиться, и возникающая структура приобретает фазовую устойчивость [17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что процессы структурирования в МЖ в электрическом поле могут быть объяснены исходя из позиций стабилизации коллоидных частиц магнетита двойным электрическим слоем, в дополнение к стерической стабилизации. Такая комбинированная защита обеспечивает агрегативную устойчивость МЖ. При этом, если не созданы специальные условия, приводящие к увеличению электропроводности МЖ, структурообразование в электрическом поле не происходит. Увеличение электропроводности МЖ приводит к сжатию диффузной части двойного электрического слоя, и воздействие электрического поля приводит к обратимой агрегации частиц твердой фазы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Диканский Ю. И., Нечаева О. А.** // Коллоид. журн. 2003. Т. 65. №3. С. 338.
2. **Чеканов В. В.** // Гидродинамика и теплофизика магнитных жидкостей. Саласпилс: Изд-во Института физики АН Латв. ССР, 1980. С. 69.
3. **Цеберс А. О.** // Магнитная гидродинамика. 1982. №2. С. 42.
4. **Буевич Ю. А., Зубарев А. Ю., Иванов А. О.** // Магнитная гидродинамика. 1989. №2. С. 39.
5. **Van Ewijk G. A., Vroege G. J., Kuipers B. W. M, Philipse A. P.** // J. Magn. Magn. Mater. 2002. V. 252. P. 32.
6. **Цеберс А. О.** // Магнитная гидродинамика. 1987. №3. С. 143.
7. **Bartlett P., Ottewile R. H.** // Langmuir. 1992. №8. P. 1919.
8. **Неппер Д.** Стабилизация коллоидных дисперсий полимерами. М.: Мир, 1986.
9. **Диканский Ю. И., Вегера Ж. Г., Закинян Р. Г., Нечаева О. А., Гладких Д. В.** // Коллоид. журн. 2005. Т. 67. №2. С. 161.
10. **Fannin P. C., Marin C. N., Malaescu I., Stefu N.** // J. Phys.: Condens. Matter. 2007. V. 19. 036104.
11. **Rocchiccioli-Deltcheff C. et al** // J. Chem. Res., Suppl. (S). 1987. P. 126.
12. **Розенцвейг Р.** Феррогидродинамика. М.: Мир, 1989.
13. **Бибик Е. Е.** // Физические свойства магнитных жидкостей. Свердловск. 1983.
14. **Иванов А. О.** // Коллоид. журн. 1997. Т. 59. №4. С. 482.
15. **Зонтаг Г., Штренге К.** Коагуляция и устойчивость дисперсных систем. Л.: Химия, 1973. (Sonntag H., Strenge K. Koagulation und stabilitat disperser systeme. Berlin: Veb Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1970.)
16. **Духин С. С.** Электропроводность и электрокинетические свойства дисперсных систем. Киев: Наукова думка, 1975.
17. **Фридрихсберг Д. А.** Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1984.

ОБ АВТОРАХ

Диканский Юрий Иванович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей физики Института естественных наук. dikansky@mail.ru

Закинян Артур Робертович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики Института естественных наук. zakinyan.a.r@mail.ru

УДК 530.1 551.559

Р. Г. Закинян [R. G. Zakinyan]
И. Ю. Каторгин [I. Y. Katorgin],
Н. Е. Полянская [N. E. Polyanskaya]

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ВОСХОДЯЩИХ ПОТОКОВ ПО ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Investigation of ascending current velocity distribution over the Stavropol region territory

В статье рассматривается учет орографии и приземных параметров, что очень важно при определении состояния атмосферы, прогноза параметров конвекции. Учитывая сложность рельефа Ставропольского края, учет орографии при практике прогнозирования атмосферы является актуальным.

The article discusses the account of orography and surface parameters, which is very important in determining the state of the atmosphere and convection parameters forecasting. Given the complexity of the relief of the Stavropol territory, accounting of orographic practice in the atmosphere forecasting is important.

Ключевые слова: вертикальная составляющая скорости восходящих потоков, орографические особенности, уровень конденсации, развитие облачной конвекции

Key words: vertical component of ascending current velocity, orographic peculiarities, condensation level, cloud convection development.

Изучение влияния орографии Ставропольского края на развитие конвекции в настоящее время становится очень актуальным, так как это позволит усовершенствовать методику прогноза погоды. Так как для территории Ставропольского края характерна резко выраженная неоднородность рельефа, знание характеристик, причин и возможности предсказания конвективной деятельности позволит своевременно обеспечить безопасность людей и сохранность материального имущества.

Орографические особенности влияют на развитие конвекции двумя способами: косвенно посредством деформации фронтальных зон с последующим развитием барических образований или непосредственно при перетекании воздушного потока через горные препятствия. В свою очередь непосредственное влияние орографии может быть двояким; вследствие тепловых влияний, связанных с перегревом и охлаждением склонов, и вследствие динамического воздействия склонов [2].

Термическое влияние орографических препятствий сказывается внутри однородных воздушных масс, когда наблюдаются слабые ветры и малые барические градиенты в нижней части тропосферы. В этом случае при сла-

бом горизонтальном переносе в атмосфере формируются термические неоднородности, вызывающие днем циркуляцию с восходящими движениями над возвышенностями и нисходящими во впадинах. В ночные часы наблюдается обратная картина. Тепловое влияние гор весьма существенно летом. Оно часто выходит за пределы горных районов и распространяется на предгорные равнинные области, на расстояния до 100 км, где днем за счет нисходящих движений происходит ослабление процессов облакообразования.

Динамические воздействия вносят больший вклад в упорядоченные вертикальные движения, развивающиеся в нижних слоях воздуха над склонами и прилегающими к ним равнинными областями. У наветренных склонов имеет место усиление восходящих движений, у подветренных — нисходящих движений. Интенсивность вертикальных движений зависит от свойств воздушного потока и характеристик хребта. Зоны восходящих и нисходящих движений, порождаемые горными массивами, стационарны.

Приближенно вертикальная составляющая скорости, обусловленная влиянием гор, может быть вычислена по формуле [3]

$$W_{io} = u\frac{\partial h}{\partial x} + v\frac{\partial h}{\partial y}, \qquad (1)$$

где h — высота горного хребта;
u, v — горизонтальные составляющие скорости ветра.

Для вертикальной составляющей скорости восходящих потоков влажного ненасыщенного подоблачного воздуха имеет место выражение [1]

$$W_i^2 = W_{i0}^2 + (2h_{TO} - z), \qquad (2)$$

где W_{i0} — начальная скорость восходящих потоков динамического происхождения обусловленная орографией;
$W_{i0} = V_г \cdot \mathrm{tg}\alpha$; $V_г$ — горизонтальная скорость ветра у земли;
$\mathrm{tg}\alpha$ — тангенс угла наклона поверхности горы к горизонту;
$N = \sqrt{\beta \cdot \Delta\gamma}$ — частота Брента–Вяйсяля, $\beta = \frac{g}{T}$ — параметр плавучести, $\overline{T}$ — средняя температура в слое;
$\Delta\gamma = (\gamma_a - \gamma)$; $\gamma_a = 0{,}98$ °С/100 м — сухоадиабатический градиент температуры поднимающегося воздуха;
γ — градиент температуры окружающего воздуха;
$h_{то} = \frac{\Delta_0 T}{\Delta\gamma}$ — уровень выравнивания температур воздуха восходящего потока и окружающей атмосферы [1].

Для скорости восходящих потоков на уровне конденсации получено выражение

$$w_{iк}^2 = w_{i0}^2 + 2\beta\frac{\Delta_0 T}{\Delta\gamma_\tau}d_0 - \beta\frac{\Delta\gamma}{(\Delta\gamma_\tau)^2}d_0^2, \qquad (3)$$

где $\Delta\gamma = (\gamma_a - \gamma)$ разность сухоадиабатического градиента температуры и градиента температуры окружающего воздуха;
d_0— дефицит точки росы у земли;
γ_τ — градиент точки росы.

Решая квадратное уравнение (3) относительно d_0, найдем критическое значение дефицита точки росы у земли

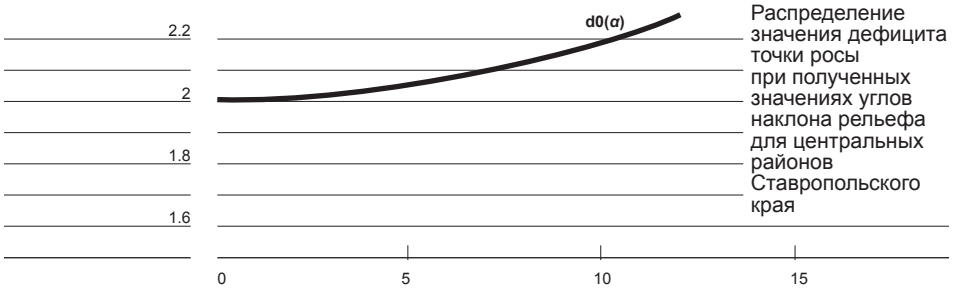
$$d_0 = \Delta_0 T \frac{\Delta\gamma_\tau}{\Delta\gamma}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{w_{i0}^2}{\beta}\frac{\Delta\gamma}{(\Delta_0 T)^2}}\right). \quad (4)$$

Распределение скоростей восходящих потоков для центральных районов Ставропольского края

Район СК	α, град	tg α	W_{i0}, м/с	d_0
Кочубееевский	12	0.21	1.05	3.16
Андроповский	10	0.18	0.9	2.9
Шпаковский	10	0.18	0.9	2.9
Изобильненский	6	0.1	0.5	2.32
Грачевский	4	0.07	0.35	2.16
Труновский	4	0.07	0.35	2.16
Александровский	2	0.03	0.15	2.02

Расчеты, приведенные в таблице, даны при средних значения $\Delta T = 2\,°C$, $\gamma_\tau = 2\,°C/км$, $\Delta\gamma = 4°$ С/км, $V_г = 5$ м/с, исследованные районы Ставропольского края расположены в порядке убывания скоростей восходящих потоков.

Полученные результаты показывают, что из исследованных районов Ставропольского края, приведенных в таблице, при одинаковых характеристиках атмосферы наиболее вероятного развития конвекции следует ожидать в Кочубеевском, Андроповском и Шпаковском районах.



Распределение значения дефицита точки росы при полученных значениях углов наклона рельефа для центральных районов Ставропольского края

На графике показано, что при увеличении угла наклона поверхности рельефа к горизонту возрастает значение дефицита точки росы у земли.

Следовательно, орография способствует развитию облачной конвекции при более сухом приземном воздухе, чем это имело бы место при отсутствии орографического подъема воздуха.

Учет орографии в условиях сложного рельефа Ставропольского края позволит дать точный прогноз параметров конвекции, а тем самым спрогнозировать явления, сопровождающиеся интенсивными конвективными процессами.

Таким образом, можно утверждать, что влияние орографии приводит к возникновению начальной скорости всех потоков у земли, из чего следует, что конвекция может возникать и при более сухой атмосфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Андреев В., Панчев С.** Динамика атмосферных термиков. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 152 с.
2. **Атабиев М. Д., Закинян Р. Г., Янюк Е. М.** Влияние орогафии на развитие конвекции в Ставропольском крае // Метеорология и гидрология. 2008. №4. С. 46–52.
3. **Дашко Н. А.** Курс лекций по синоптической метеорологии. Ленинград: Гидрометеоиздат, 2005. 523 с.
4. **Матвеев Л. Т.** Курс общей метеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 751 с.
5. **Назаренко А. В.** Опасные явления погоды конвективного происхождения. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. 62 с.
6. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. 1. Л.: Гидроме-теоиздат, 1986. 696 с.
7. **Сванидзе Г. Г.** Опасные гидрометеорологические явления на Северном Кавказе. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 277 с.
8. **Федченко Л. М., Гораль Г. Г., Беленцова В. А., Мальбахова Н. М.** Опасные конвективные явления и их прогноз в условиях сложного рельефа. М.: Гидрометеоиздат, 1991. 425 с.

ОБ АВТОРАХ

Закинян Роберт Гургенович, Ставропольский филиал Московского государственного университета приборостроения и информатики, доктор физико-математических наук, профессор кафедры прикладной математики и информатики. zakinyan@mail.ru

Каторгин Игорь Юрьевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доцент кафедры Картографии и геоинформатики Института естественных наук.

Полянская Нина Евгеньевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», магистрант 2-го года обучения Института естественных наук по специальности «Физика» (направление «Физика земли и планет»). ninochka841@mail.ru.

Zakinyan Robert Gurgenovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department Theoretical Physics, Doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Katorgin Igor' Yur'evich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Cartography and geoinformatics, candidate of geographical sciences, associate professor.

Polyanskaya Nina Evgen'evna, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Theoretical Physics, master of physics.

УДК 551.513.22

Р. Г. Закинян [R. G. Zakinyan],
К. С. Авакян [Y. A. Semenova],
Ю. А. Семенова [Y. A. Semenova]

РАЗВИТИЕ ЭКМАНОВСКОЙ ТЕОРИИ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ИЗОБАР

Development of the Ekman's theory of the atmospheric boundary layer at different isobars orientations

В данной работе исследована динамика ветра в пограничном слое атмосферы и показано, что угол наклона ветра у поверхности земли по отношению к изобарам зависит от горизонтальных градиентов давления вдоль параллели и меридиана и не всегда равен 45°.

In the present work the wind dynamics in the atmospheric boundary layer is studied; it is shown that wind slope angle at the ground surface with respect to isobars depends on the horizontal pressure gradients along parallel and meridian and not always equal to 45°.

Ключевые слова: спираль Экмана, пограничный слой атмосферы, геострофический ветер, сила Кориолиса, сила вязкого трения.
Key words: Ekman's spiral, atmospheric boundary layer, geostrophic wind, Coriolis force, viscous force.

На данный момент проблема своевременного прогнозирования опасных метеорологических явлений является актуальной, так как известно, что атмосферные явления категории ОЯ (опасное явление) наносят огромный материальный и экономический ущерб. Одним из наиболее опасных явлений считается ветер, в частности, сильный ветер [1].

Для исследования ветра и его прогнозирования необходимо знание его изменения с высотой. Изменение профиля ветра с высотой рассмотрено, например, в книге «Курс метеорологии (физика атмосферы)» П. Н. Тверского [2], а также в других работах. Данный анализ был проведен впервые Экманом, который показал, что учет сил вязкого трения приводит к тому, что направление ветра у земли составляет 45° с изобарой и только с высотой теоретически на бесконечности принимает направление геострофического ветра. Изменение профиля ветра с высотой получило название спирали Экмана, но эта модель учитывает лишь изменение давления вдоль меридиана, предполагая изменения давления вдоль параллели неизменным.

В статье мы рассматриваем двухмерную модель движения воздуха (модель Экмана) с учетом изменения давления вдоль параллели и меридиана.

В пограничном слое атмосферы можно с достаточной точностью считать турбулентное трение не изменяющимся с высотой, что эквивалентно пренебрежению всеми силами, кроме сил турбулентной вязкости. Но влияние турбулентности существенно и в более высоких слоях, где наряду с этим влиянием необходимо уже учитывать и другие действующие силы, и прежде всего отклоняющую силу вращения Земли (сила Кориолиса).

Для рассмотрения этого вопроса представим уравнение движения в виде

$$\frac{\mathrm{d}\mathbf{v}}{\mathrm{d}t} = \mathrm{g} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \nu\nabla^2\mathbf{v} + 2\left[\mathbf{v}\boldsymbol{\omega}_0\right]. \qquad (1)$$

Рассмотрим стационарный случай движения воздуха $\frac{\mathrm{d}\mathbf{v}}{\mathrm{d}t} = 0$, уравнение (1) примет вид

$$\mathbf{g} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \nu\nabla^2\mathbf{v} + 2\left[\mathbf{v}\boldsymbol{\omega}_0\right] = 0. \qquad (2)$$

Проектируя уравнение (2) на горизонтальную плоскость, тогда при условии горизонтального не изменяющегося во времени ветра получим уравнения:

$$-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \nu\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + 2\left(v\omega_{0z} - w\omega_{0y}\right) = 0, \qquad (3а)$$

$$-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + \nu\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + 2\left(w\omega_{0x} - u\omega_{0z}\right) = 0. \qquad (3б)$$

Найдем проекции угловой скорости вращения Земли, предполагая вертикальную составляющую скорости равной нулю ($\omega_{0x} = 0$, $\omega_{0z} = \omega_0 \sin\varphi$, $w = 0$):

$$-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \nu\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + 2v\omega_0 \sin\varphi = 0, \qquad (4а)$$

$$-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + \nu\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + 2u\omega_0 \sin\varphi = 0. \qquad (4б)$$

Умножим на i уравнение (4б) и суммируем с (4а), получим

$$-\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x} + i\frac{\partial p}{\partial y}\right) + \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + i\frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right) + 2\omega_0 \sin\varphi\left(v - iu\right) = 0,$$

или

$$-\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x} + i\frac{\partial p}{\partial y}\right) + \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + i\frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right) - 2i\omega_0 \sin\varphi\left(v + iu\right) = 0. \qquad (5)$$

Введем новую переменную s, удовлетворяющую условию $u + iv = \mathrm{s}$, тогда уравнение (5) примет вид

$$-\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x} + i\frac{\partial p}{\partial y}\right) + \nu\frac{\partial^2 s}{\partial z^2} - 2is\omega_0 \sin\varphi = 0.$$

Обозначим $2\,\omega_0 \sin\varphi = l$ и получим неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка

$$\frac{\partial^2 s}{\partial z^2} - \frac{il}{\nu} s = \frac{1}{\rho\nu}\left(\frac{\partial p}{\partial y} i + \frac{\partial p}{\partial x}\right), \tag{6}$$

решение которого будем искать в виде $s = s_0 + s_1$,

где s_0 — решение однородного уравнения, а s_1 — частное решение соответствующего неоднородного уравнения.

Составим характеристическое уравнение для решения однородной части, получим $r^2 - \frac{il}{\nu} r = 0$.

Найдем корни характеристического уравнения

$r_{1,2} = \pm\sqrt{\frac{il}{\nu}} = \pm(1+i)\sqrt{\frac{l}{2\nu}}$, введем обозначение $k = \sqrt{\frac{l}{2\nu}}$ и получим

$$s_0 = C_1 e^{(1+i)kz} + C_2 e^{-(1+i)kz}. \tag{7}$$

В качестве граничных условий для нахождения констант зададим обращение скорости ветра в нуль на поверхности Земли и обращение ветра в геострофический при безграничном росте высоты

$$s = u + iv = \frac{i}{l\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x} + i\frac{\partial p}{\partial y}\right) + C_2 e^{-(1+i)kz}. \tag{8}$$

Найдем константу $C_2 = -\frac{i}{l\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x} + i\frac{\partial p}{\partial y}\right)$.

Из формулы расчета скорости геострофической ветра имеем

$$u = -\frac{1}{\rho l}\frac{\partial p}{\partial y},\ v = \frac{1}{\rho l}\frac{\partial p}{\partial x}.$$

Вернемся к старым переменным и получим

$$u + iv = \left(iv_g + u_g\right)\left(1 - e^{-kz}\cos kz + e^{-kz} i\sin kz\right). \tag{9}$$

Составляющие скорости из выражения (9) соответственно равны

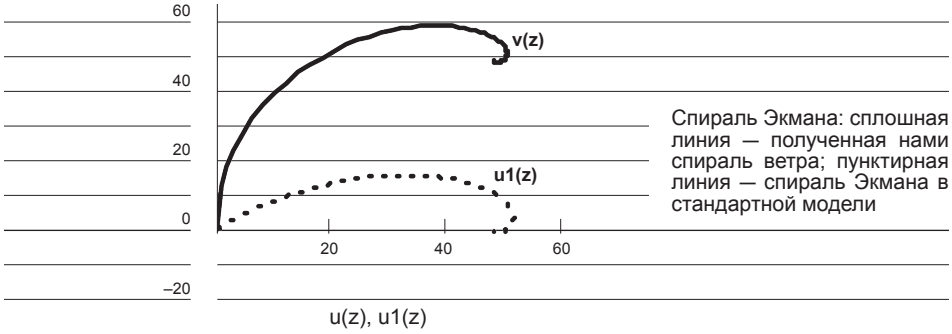
$$u = u_g\left(1 - e^{-kz}\cos kz\right) - v_g e^{-kz}\sin kz, \tag{10а}$$

$$v = v_g\left(1 - e^{-kz}\cos kz\right) + u_g e^{-kz}\sin kz. \tag{10б}$$

Откладывая в системе координат (u,v) векторы скорости на разных высотах, получим спираль Экмана. На рисунке ниже приведен график спирали Экмана. Найдем угол наклона касательной к графику функции

$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{u_g + v_g}{u_g - v_g}. \qquad (11)$$

Из выражения (11) видно, что угол наклона равен не 45°, а зависит от соотношения составляющих геострафической скорости. На рисунке показана сравнительная характеристика спирали Экмана, построенная по стандартной модели и по полученной нами формуле. Из рисунка видно, что в стандартной модели меридиональная составляющая скорости сначала увеличивается, а потом уменьшается до нуля, в нашей же уточненной модели Экмана при тех же значениях параметров скорость хоть и уменьшается, но нуля не достигает.



Спираль Экмана: сплошная линия — полученная нами спираль ветра; пунктирная линия — спираль Экмана в стандартной модели

Таким образом, учитывая изменение давления вдоль параллели и меридиана в модели Экмана, мы получили формулы для расчета горизонтальных составляющих скорости. Также исследование динамики ветра в пограничном слое атмосферы показало, что угол наклона ветра у поверхности земли по отношению к изобарам зависит от горизонтальных градиентов давления вдоль параллели и меридиана и не всегда равен 45°.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометиздат, 1986. Ч. I. 704 с.
2. Тверской П. Н. Курс метеорологии (физика атмосферы). Л.: Гидрометиздат, 1962. 700 с.

ОБ АВТОРАХ

Закинян Роберт Гургенович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической физики. zakinyan@mail.ru. **Авакян Кристина Станиславовна,** ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», аспирант 1-го года направления «Физика атмосферы и гидросферы». awan.kristina@yandex.ru. **Семенова Юлия Александровна,** ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», магистрант 2-го года обучения направления «Физика Земли и планет. brilliance_wave@mail.ru.

Zakinyan Robert Gurgenovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department Theoretical Physics, Doctor of physical and mathematical sciences, professor. **Avakyan Kristina Stanislavovna,** North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Theoretical Physics, postgraduate student. **Semenova Yuliya Aleksandrovna,** North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Theoretical Physics, master of physics.

УДК 537.9

Ю. И. Диканский [Y. I. Dikansky],
А. Р. Закинян [A. R. Zakinyan],
Е. С. Ткачева [E. S. Tkacheva]

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИТОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭМУЛЬСИЙ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ[1]

Electrical properties of magnetodielectric emulsions in magnetic field

В работе представлены результаты экспериментальных исследований диэлектрической проницаемости и удельной электрической проводимости магнитодиэлектрических эмульсий, подверженных воздействию внешнего магнитного поля. Показана корреляция макроскопических свойств эмульсии с ее микроструктурным состоянием.

The paper presents the results of experimental studies of the permittivity and conductivity of magnetodielectric emulsions subjected to the action of external magnetic field. The correlation between emulsion macroscopic properties and its microstructural state is demonstrated.

Ключевые слова: магнитодиэлектрическая эмульсия, макроскопические свойства, микроструктурное состояние, магнитное поле, электрическое поле.

Key words: magnetodielectric emulsion, macroscopic properties, microstructural state, magnetic field, electric field.

Деформация капель дисперсной фазы магнитодиэлектрической эмульсии при воздействии внешних магнитного и электрического полей ранее была хорошо изучена в ряде работ [1–4]. Такая деформация под действием внешних полей относительно малой величин была возможна вследствие малости межфазного натяжения на границе между дисперсной фазой и дисперсионной средой эмульсии. Подобное поведение капель дисперсной фазы должно приводить к специфическим особенностям макроскопических свойств данных сред, в частности, следует ожидать возникновение анизотропии электрических свойств эмульсий и зависимость последних от величины магнитного поля. В данной работе рассматриваются особенности макроскопических электрических свойств магниточувствительных эмульсий, обусловленные деформационными эффектами капель дисперсной фазы при воздействии внешних магнитных полей.

Следует отметить, что макроскопические свойства магнитной жидкости с помещенными в нее немагнитными микрочастицами под действием магнитного поля ранее изучались в ряде работ. Первым исследованием такого рода является работа [5], в которой изучено образование в магнитном поле цепочек из твердых сферических микрочастиц латекса, помещенных в маг-

1 Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК–6053.2012.2.

нитную жидкость. Далее данные исследования были продолжены в серии работ [6–10], численное моделирование структурообразования в суспензии немагнитных частиц в магнитной жидкости под действием магнитного поля осуществлялось в работе [11]. В указанных работах изучалась главным образом микроструктура системы «магнитных дырок» в магнитном поле, тогда как макроскопические свойства таких сред исследовались недостаточно.

Экспериментальные исследования и их результаты

В качестве объекта исследования была использована магнитодиэлектрическая эмульсия, которая приготовлялась путем диспергирования магнетитовой магнитной жидкости на основе керосина в несмешивающемся с ней авиационном масле АМГ–10, диспергирование осуществлялось при помощи электромеханической мешалки. Выбор этого масла для получения эмульсии обусловлен тем, что межфазное натяжение на границе между ним и магнитной жидкостью оказывается сравнительно мало ($\sigma \cong 10^{-6}$ Н/м), и при воздействии относительно слабых внешних полей на капли такой эмульсии может происходить весьма заметная их деформация.

Подобное поведение микрокапель дисперсной фазы должно вызывать изменение макроскопических электрических свойств эмульсии. В ситуации, когда на магнитодиэлектрическую эмульсию одновременно действуют магнитное и электрическое поля, составляющие некоторый угол друг с другом, электрические свойства такой системы должны оказаться зависимыми от угла между направлениями приложенных электрического и магнитного полей, т. е. должна возникнуть анизотропия электрических свойств такой среды.

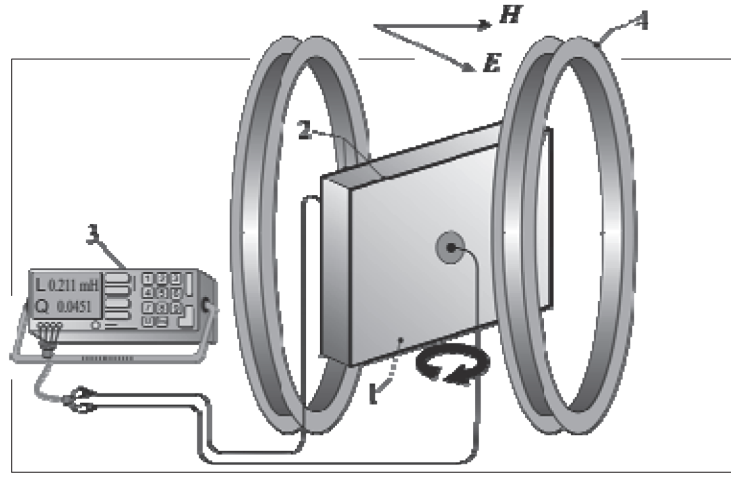


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:
1 – измерительная ячейка;
2 – пластины электродов;
3 – цифровой мост переменного тока;
4 – катушки Гельмгольца.

Для исследования электрических свойств эмульсии была использована экспериментальная установка, схема которой приведена на рисунке 1. Магнитодиэлектрическая эмульсия помещалась в измерительную ячейку, представляющую собой плоский конденсатор, размеры пластин (2) которого 30×40 мм, расстояние между электродами 2,5 мм. Исследование удельной электрической проводимости и диэлектрической проницаемости эмульсий осуществлялось мостовым методом в соответствии с описанной в [12, 13] методикой электрических измерений. Производилось измерение емкости ячейки и ее активной проводимости по параллельной схеме замещения. Для измерений применялся цифровой мост переменного тока (3) типа Е7–8 с частотой измерительного сигнала 1 кГц. Искомые величины диэлектрической проницаемости и удельной проводимости определялись из выражений:

$$\varepsilon = \frac{C - C_n}{C_0 - C_n}, \tag{1}$$

$$\lambda = G\frac{l}{S},$$

$$\frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon(H) - \varepsilon(0)}{\varepsilon(0)} \tag{2}$$

где C_0, C — емкости пустой ячейки и ячейки, заполненной эмульсией;
$C_п$ — паразитная емкость ячейки;
$\varepsilon(H)$, $\varepsilon(0)$ — диэлектрическая проницаемость в магнитном поле и в отсутствие поля соответственно,
G — полная активная проводимость ячейки с эмульсией,
l — расстояние между электродами ячейки,
S — площадь поверхности электродов.

Для исследования влияния магнитного поля на измеряемые величины ячейка с эмульсией помещалась во внешнее постоянное однородное магнитное поле, создаваемое катушками Гельмгольца (4). При этом имелась возможность вращения ячейки в горизонтальной плоскости для установки различных значений угла между направлениями приложенного электрического и внешнего магнитного полей. Были проведены измерения при параллельной ориентации внешнего магнитного и измерительного электрического полей, а также в случае их перпендикулярности и в случае, когда магнитное и электрическое поля расположены под произвольным углом.

Следует отметить, что величина измерительного электрического поля в опытах была достаточно мала и не оказывала влияния на структурное состояние исследуемой эмульсии, т. е. деформация микрокапель дисперсной фазы эмульсии происходила только под действием приложенного внешнего магнитного поля.

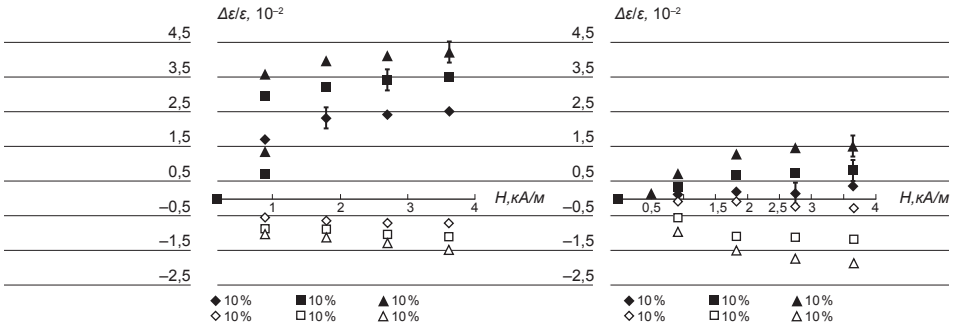


Рис. 2. Зависимость удельной диэлектрической проницаемости эмульсий магнитной жидкости в масле от напряженности внешнего магнитного поля, когда оно направлено параллельно электрическому полю (темные точки) и перпендикулярно ему (светлые точки) для трех различных объемных концентраций дисперсной фазы.

Рис. 3. Зависимость удельной диэлектрической проницаемости эмульсий масла в магнитной жидкости от напряженности внешнего магнитного поля, когда оно направлено параллельно электрическому полю (темные точки) и перпендикулярно ему (светлые точки) для трех различных объемных концентраций дисперсной фазы.

Были проведены исследования зависимости диэлектрической проницаемости и удельной электрической проводимости магнитодиэлектрической эмульсии от величины и направления магнитного поля, а также от концентрации дисперсной фазы.

В результате исследований было выявлено, что при воздействии на магнитодиэлектрическую эмульсию магнитного поля величины диэлектрической проницаемости и электрической проводимости изменяются в зависимости от угла между электрическим и магнитным полями.

На рисунках 2 и 3 приведены зависимости относительного изменения удельной диэлектрической проницаемости эмульсий магнитной жидкости в масле и масла в магнитной жидкости соответственно от напряженности внешнего магнитного поля, когда оно направлено параллельно электрическому полю и перпендикулярно ему для трех различных объемных концентраций дисперсной фазы. Аналогичный характер имеют и зависимости удельной электрической проводимости эмульсии, подверженной действию магнитного поля, представленные на рисунках 4 и 5. Как видно из рисунков, при воздействии магнитного поля, совпадающего по направлению с электрическим измерительным полем, удельная проводимость и диэлектрическая проницаемость увеличиваются по сравнению с первоначальными значениями. При взаимно перпендикулярном направлении полей наблюдается менее значительное убывание величин проницаемости и проводимости эмульсии.

На рисунке 6 представлены зависимости диэлектрической проницаемости эмульсии от объемной доли магнитной жидкости, полученные без и

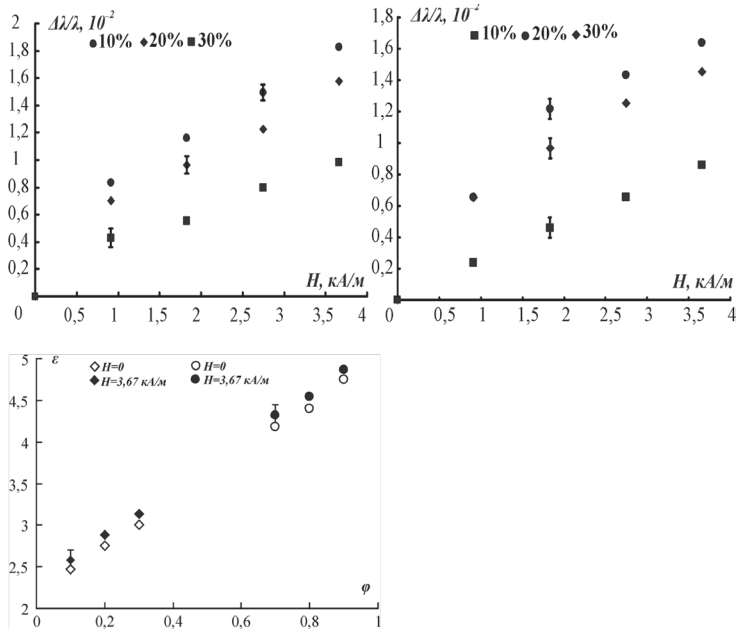


Рис. 4. Зависимость удельной электрической проводимости эмульсии магнитной жидкости в масле от напряженности внешнего магнитного поля, когда оно направлено параллельно электрическому для трех различных объемных концентраций дисперсной фазы.

Рис. 5. Зависимость удельной электрической проводимости эмульсии масла в магнитной жидкости от напряженности внешнего магнитного поля, когда оно направлено параллельно электрическому для трех различных объемных концентраций дисперсной фазы.

Рис. 6. Зависимость удельной диэлектрической проницаемости эмульсии магнитной жидкости в масле (а и эмульсии масла в магнитной жидкости (о), подверженной действию магнитного поля, при различных концентрациях.

при воздействии на нее магнитного поля, сонаправленного с электрическим (измерительным) полем. Как видно, эти зависимости имеют монотонный характер с увеличением содержания магнитной жидкости наблюдается возрастание диэлектрической проницаемости эмульсии. Воздействие магнитного поля изменяет характер концентрационных зависимостей, они расположены выше зависимости, полученной в отсутствие поля. Аналогичный вид имеют и концентрационные зависимости удельной проводимости эмульсии.

Была исследована зависимость диэлектрической проницаемости и проводимости эмульсии от угла между направлениями электрического и магнитного полей. Угол при этом изменялся от 0° до 90°. Оказалось, что когда угол между направлениями электрического и магнитного полей составляет 0°, величины проницаемости и проводимости имеют максимальные значения. Если угол между направлениями полей оказывается равным 45°, проницаемость и проводимость эмульсии не отличаются от их значе-

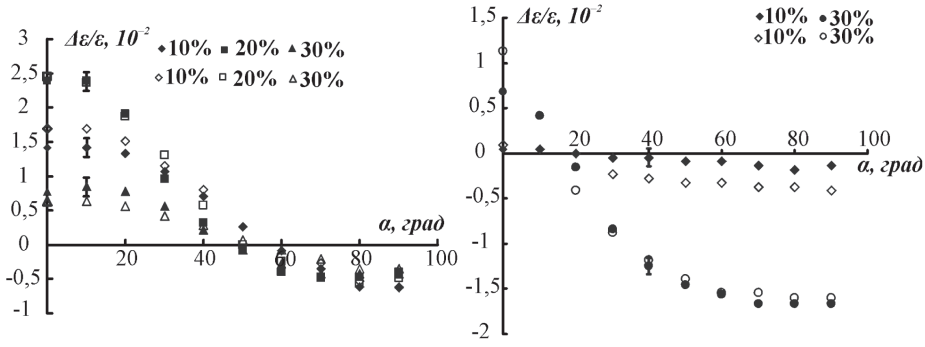


Рис. 7. Зависимость удельной диэлектрической проницаемости эмульсии магнитной жидкости в масле от угла α между напряженностями электрического и магнитного полей при различных значениях концентрации дисперсной фазы (темные точки – *H = 0,92 кА/м*, светлые точки – *H = 1,8 кА/м*).

Рис. 8. Зависимость удельной диэлектрической проницаемости эмульсии масла в магнитной жидкости от угла α между напряженностями электрического и магнитного полей при различных значениях концентрации дисперсной фазы (темные точки – *H = 0,92 кА/м*, светлые точки – *H = 1,8 кА/м*).

ний в отсутствие магнитного поля. Минимальные значения проницаемость и проводимость эмульсии имеют при угле 90°. При остальных значениях угла между магнитной и электрической напряженностями проводимость и проницаемость имеют некоторое промежуточное значение. Данный факт имеет место как в отношении эмульсии магнитной жидкости в масле, так и в отношении обратной эмульсии масла в магнитной жидкости. Экспериментально полученные зависимости диэлектрической проницаемости обеих эмульсий от угла α между напряженностями электрического и магнитного полей при различных значениях концентрации дисперсной фазы представлены на рисунках 7 и 8. Погрешность определения проницаемости и удельной проводимости в основном определяется погрешностью измерения емкости и активной проводимости, рассчитанной (по инструкции) на прибор. Как видно, изменение проницаемости более выражено для эмульсии магнитной жидкости в масле, что должно быть связано с большей степенью деформации капель магнитной жидкости по сравнению с немагнитными каплями, помещенными в магнитную жидкость, под действием одинакового магнитного поля, на что ранее указывалось в ряде работ [1, 4].

Аналогичный характер имеют и зависимости удельной электрической проводимости эмульсии от угла α между напряженностями электрического и магнитного полей.

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сделать вывод: магнитодиэлектрическая эмульсия в скрещенных магнитном и электрическом полях становится электрически анизотропной средой, что проявляется в зависимости диэлектрической проницаемости и удельной электрической проводимости эмульсии от угла между направлениями векторов $\vec{E}$ и $\vec{H}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ткачева Е. С., Закинян А. Р.** Динамика формы магнитных и немагнитных капель магнитодиэлектрических эмульсий в магнитном и электрическом полях // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2009. №4(88). С. 76–82.
2. **Tkacheva E. S., Zakinyan A. R., Dikansky Y. I.** Dynamics of a dielectric microdrop suspended in a magnetic fluid in electric and magnetic fields // Solid state phenomena. 2012. Vol. 190. P. 653–656.
3. **Zakinyan A. R., Tkacheva E. S., Dikansky Y. I.** Dynamics of a dielectric droplet suspended in a magnetic fluid in electric and magnetic fields // Journal of Electrostatics. 2012. Vol. 70. P. 225–232.
4. **Ткачева Е. С., Закинян А. Р., Диканский Ю. И.** Деформация микрокапель магнитодиэлектрических эмульсий в переменном электрическом и вращающемся магнитном полях // Фундаментальные исследования. 2012. №6. С. 685–688.
5. **Skjeltorp A. T.** One- and two-dimensional crystallization of magnetic holes // Phys. Rev. Lett. 1983. Vol. 51. P. 2306–2309.
6. **Toussaint R., Akselvoll J., Helgesen G., Skjeltorp A. T., Flekkoy E. G.** Interaction model for magnetic holes in a ferrofluid layer // Phys. Rev. E. 2004. Vol. 69. 011407.
7. **Toussaint R., Akselvoll J., Helgesen G., Flekkoy E. G., Skjeltorp A. T.** Interaction of magnetic holes in ferrofluid layers // Progr. Colloid Polym. Sci. 2004. Vol. 128. P. 151–155.
8. **Kristiansen K. de Lange, Helgesen G., Skjeltorp A. T.** Braid theory and Zipf-Mandelbrot relation used in microparticle dynamics // Eur. Phys. J. B. 2006. Vol. 51. P. 363–371.
9. **Helgesen G., Svasand E., Skjeltorp A. T.** Nanoparticle induced self-assembly // J. Phys.: Condens. Matter. 2008. Vol. 20. 204127.
10. **Popplewell J., Rosensweig R. E., Siller J. K.** Magnetorheology of ferrofluid composites // J. Magn. Magn. Mater. 1995. Vol. 149. P. 53–56.
11. **Davies P., Popplewell J., Martin G., Bradbury A., Chantrell R. W.** Monte Carlo simulations of the structure of magnetic fluid composites // J. Phys. D: Appl. Phys. 1986. Vol. 19. P. 469–476.
12. **Усиков С. В.** Электрометрия жидкостей. Л.: Химия, 1974. 144 с.
13. **Эмульсии** / под ред. Ф. Шермана. Л.: Химия, 1972. 448 с.

ОБ АВТОРАХ

Диканский Юрий Иванович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой общей физики Института естественных наук. dikansky@mail.ru

Закинян Артур Робертович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры теоретической физики Института естественных наук. zakinyan.a.r@mail.ru

Ткачева Елена Сергеевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», инженер кафедры общей физики Института естественных наук. tkacheva_es.86@mail.ru.

Dikansky Yuri Ivanovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Head of General Physics Department, Doctor of physical and mathematical sciences, professor.

Zakinyan Arthur Robertovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Theoretical Physics, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor.

Tkacheva Elena Sergeevna, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of General Physics, engineer.

УДК: 637.1

Евдокимов Иван Алексеевич [Evdokimov Ivan],
Золоторева Марина Сергеевна [Zolotoreva Marina],
Володин Дмитрий Николаевич [Volodin Dmitriy],
Сомов Виталий Сергеевич [Somov Vitaliy]

АНАЛИЗ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ И СОЗДАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РЕСУРСО-СБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Analysis of processing whey and creation of perspective resource saving technologies

Рассмотрены статистические данные по видам и объемам производимой сыворотки в России. Определены основные направления ее переработки, предложена технология инновационных продуктов на основе молочной сыворотки.

Discussed statistics on the types and volumes whey produced in Russia. Defines the main directions of its processing, proposed a technology of innovative products based on whey.

Ключевые слова:
сыворотка, мембранные процессы, инновационные продукты.
Keywords: whey, membrane processes, innovative products.

Проблема использования молочной сыворотки возникла на заре промышленного освоения технологий сыра, творога и казеина, при производстве которых не более 20 % массы молока переходит в основной продукт, в то время как 80–88 % приходится на молочную сыворотку. При этом в молочной сыворотке остается около 50 % сухих веществ молока (составных частей молока). По причине отсутствия экономически выгодных технологий переработки сыворотку часто рассматривали не как полноценное молочное сырье, а как отходы производства или, в лучшем случае, как сырье для откорма сельскохозяйственных животных. Изменение экономических условий и появление инновационных технологий переработки сыворотки (1, 2), а также ужесточение норм к охране окружающей среды (3) требуют от современного перерабатывающего предприятия относиться к сыворотке как к полноценному молочному сырью (4).

Нами проведен анализ использования и перспектив переработки молочной сыворотки в России на основе официально опубликованных источников (5 ,6 ,7). Производство натуральных сыров и творога в РФ в 2009 г составило около 656,5 тыс. т, из них сыров — 262,5 тыс. т, творога — 394 тыс. т. При этом объемы полученной молочной сыворотки приблизительно составляют 4814 тыс. т, из них подсырной сыворотки — 1971 тыс. т (40 %), творожной сыворотки — 2843 тыс. т (60 %). Получено сухих продуктов из сыворотки около 49 тыс. т, при этом переработано натуральной молочной сыворотки не более 800 тыс. т, т. е. около 40 % от объемов подсырной сыворотки, т.к. на сушку используется в основном подсырная сыворотка, и около 17 % от общего объема сыворотки. Объемы производства других продуктов из молочной сыворотки (обогащенная, сгущенная сыворотка, молочный сахар и др.) не превышают 5–6 тыс. т в год. При производстве сывороточных напитков используется незначительная доля (1 %) от общего объема сыворотки. Реализация сыворотки в натуральном виде составляет не более 15 %. При этом наблюдается очень низкая доля использования творожной сыворотки.

На основании критического анализа априорной информации в технологии переработки молочной сыворотки можно выделить три основных направления:

1. Выделение из молочной сыворотки крупных фракций (казеиновая пыль, агломераты сывороточных белков, молочный жир) и их использование — дальнейшая обработка очищенной сыворотки с целью получения сывороточных напитков, желе, пудингов, альбуминного творога или пасты, сквашенной сыворотки для кормовых целей, жидкого ЗЦМ и аналогичных продуктов, производство которых не требует высокотехнологичного оборудования и не является энергоемким. При этом на предприятии может быть переработано от 30 до 50 % объема молочной сыворотки. Остальная сыворотка — это реализация в натуральном виде другим пищевым отраслям или хозяйствам.

2. Получение продуктов или молочных компонентов из сыворотки с использованием высокотехнологичных процессов и оборудования: сгущенные и сухие сывороточные концентраты; бифидогенные концентраты; сгущенные и сухие смеси пищевого и кормового назначения; молочный сахар и лактулоза; низколактозные и безлактозные продукты; основы для производства цельномолочных продуктов; компоненты для обогащения традиционных продуктов; жидкая, концентрированная, сухая деминерализованная сыворотка; сухой пермеат; концентраты сывороточных белков (КСБ); микропартикулированные белки (МПБ) и др. Технологии таких продуктов могут быть реализованы на более крупных предприятиях с объемами молочной сыворотки от 50 тонн в смену и более и подразумевают применение энергоемких процессов (вакуум-выпаривание, сушка) в сочетании с высокотехнологичными процессами, позволяющими экономить энергоресурсы. При этом потери, сброс и реализация сыворотки в натуральном виде становятся незначительными.

3. Получение продуктов глубокого фракционирования молочной сыворотки. Данный вид переработки сыворотки подразумевает использование высокотехнологичного оборудования и процессов, основанных на наукоемких технологиях, а также связан с определенными капиталовложениями. Полученные продукты высоко востребованы на рынке и вследствие небольшого количества производителей и невысокого уровня конкуренции на российском рынке могут быть реализованы по выгодным для продавца ценам. Данная продукция, в первую очередь, предназначена для применения в области медицины, фармацевтики, косметологии и продуктов специализированного питания. Технологии подразумевают безотходную переработку молочной сыворотки и подходят для крупных централизованных предприятий по переработке молока и молочной сыворотки. К таким продуктам относятся: концентраты и изоляты белков, α-лактальбумин, β-лактоглобулин, лактоферрин, лактопероксидаза, ангиогенин, гидролизаты белков, биоактивные пептиды, препараты кальция, органические кислоты, спирт, гидролизаты лактозы, лактулоза, галактоолигосахариды, галактоза, тагатоза и другие.

Принимая во внимание особенности условий работы большинства российских предприятий, наиболее перспективным представляется реализация второго направления, т.к. оно позволяет, при разумных капиталовложениях на модернизацию технологических линий необходимым оборудованием, значительно увеличить объемы перерабатываемого сырья и спектр его использования, а также получить дополнительную прибыль в размере до 30 % (9) за счет производства и реализации дополнительной продукции и снижения затрат, связанных со сбросом молочной сыворотки. Срок окупаемости таких проектов, по нашему опыту, составляет (0,5–1,5) года в зависимости от объемов переработки сыворотки и вида конечной продукции.

Ежегодное увеличение объемов перерабатываемой молочной сыворотки обусловлено ростом количества производимой сухой молочной сыворотки крупными молокоперерабатывающими предприятиями (рис. 1). Это наиболее рациональный способ крупномасштабной переработки сыворотки, хотя и весьма энергозатратный.

Организация переработки молочной сыворотки на предприятии и её использование сопряжены со следующими трудностями:

- сложность или невозможность переработки кислой сыворотки;
- необходимость немедленной переработки сыворотки для исключения микробиологических процессов и нарастания кислотности или использование тепловой обработки для возможности резервирования;
- затруднения при сушке сыворотки, по причине высокой гигроскопичности лактозы;
- проблемы при кристаллизации лактозы, вследствие высокого содержания минеральных веществ, и низкого содержания СВ.

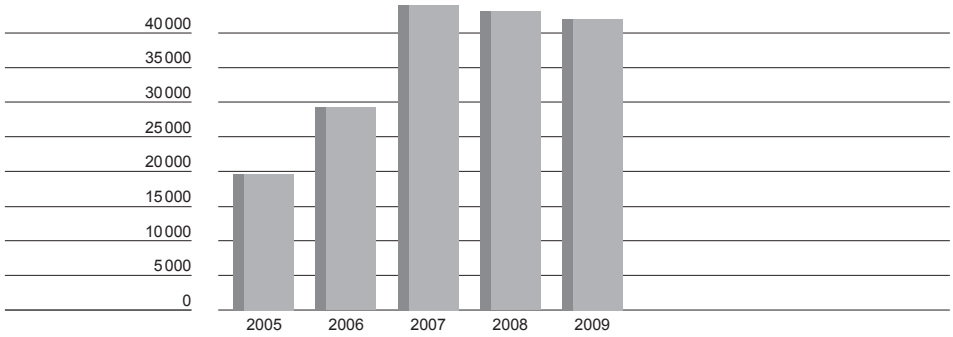


Рис. 1. Диаграмма производства сухой молочной сыворотки (5, 6, 7).

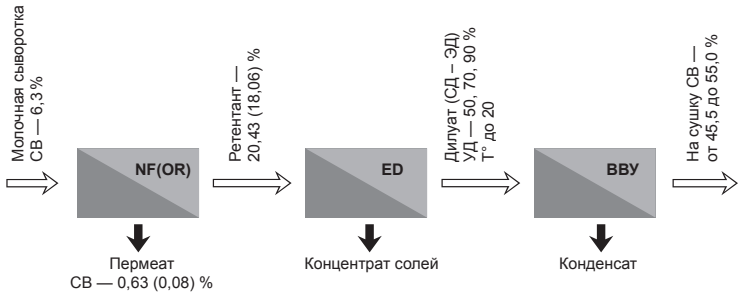


Рис. 2. Схема переработки молочной сыворотки с использованием мембранных технологий.

Для интенсификации процесса сушки молочной сыворотки, расширения сырьевой базы с включением кислой сыворотки предлагается внедрение в технологическую цепочку электро и баромембранных процессов. Схема переработки молочной сыворотки с применением мембранных технологий представлена на рисунке 2.

Процессы нанофильтрации или обратного осмоса предназначены для предварительного концентрирования сырья до 18–22 % сухих веществ. Их применение позволяет снизить негативное температурное воздействие на сырье (температуры до 30 ºС) и сократить энергозатраты, вследствие сокращения времени работы вакуум-выпарного оборудования. Выбор процесса нанофильтрации или обратного осмоса зависит от требований и производственных условий конкретного предприятия, а также объемов, состава сырья и качества конечного продукта. Применение рассмотренных технологий баромембранной фильтрации перед этапом вакуум-выпаривания позволяет удалить из сырья до 70 % воды, при этом энергозатраты, необходимые для осуществления процесса фильтрации в 4–7 раз ниже вакуум-выпаривания.

Электродиализные методы обработки позволяют справиться с двумя основными проблемами, свойственными молочной сыворотке: высокой минерализацией и повышенной кислотностью. В процессе демине-

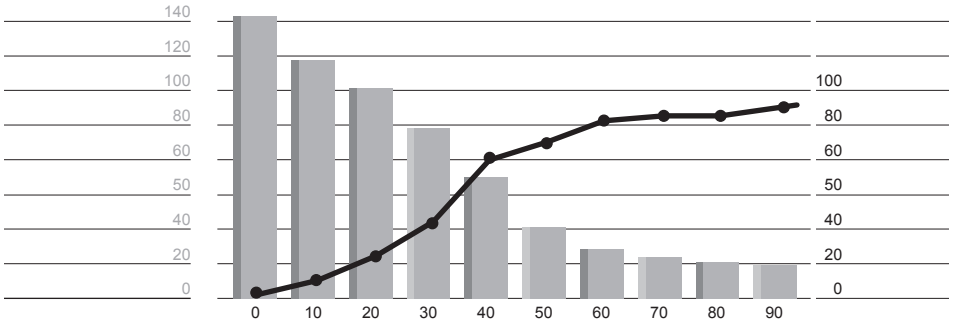


Рис. 3. Зависимость титруемой кислотности и степени удаления молочной кислоты в концентрированной кислой сыворотке от уровня деминерализации.

рализации удаляется значительная часть солей (до 90 %) и молочной кислоты (рис. 3), что открывает возможность переработки соленой и кислой молочной сыворотки.

Мембранная фильтрация позволяет получить более концентрированный продукт в вакуум-выпарных аппаратах (до 56 % СВ), удалить нежелательные для процесса кристаллизации соли и молочную кислоту, правильно провести процесс кристаллизации лактозы и наилучшим образом подготовить сыворотку к процессу сушки. Как показывает практика наших внедрений, деминерализованную сыворотку с уровнем 50 % и выше можно направлять на распылительную сушку, минуя процесс кристаллизации. Мембранная обработка позволяет сушить любые виды сыворотки как подсырную (сладкую и соленую), так творожную и казеиновую.

Электродиализ не оказывает существенного влияния на качество и количество сывороточных белков, лактозы и витаминов молочной сыворотки, улучшаются ее органолептические показатели. Применение электродиализа позволяет сформировать новые технологические подходы с целью выделения составных частей молока из молочной сыворотки.

Мембранные технологии дают возможность использования молочной сыворотки на различных стадиях технологического процесса, не доводя ее до процесса сушки. Это является перспективным направлением для сравнительно небольших предприятий, где имеется до 5–10 т сыворотки в сутки. Мембранная обработка позволяет получить молочную сыворотку и выделить из нее компоненты молока с целым рядом качественно новых технологических и функциональных свойств, что значительно расширяет спектр ее использования в пищевых продуктах (рис. 4).

Применение электро и баромембранных процессов эффективно в технологии получения молочного сахара высокого качества и его производных. При этом нанофильтрация и обратный осмос позволяют снизить затраты энергии на удаление влаги в процессе концентрирования молочной сыво-

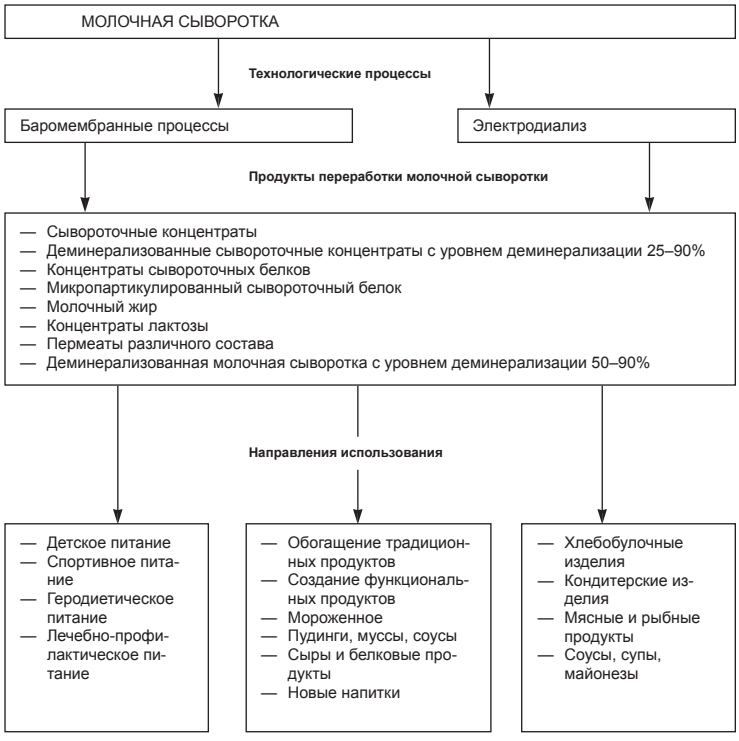


Рис. 4. Структура применения молочной сыворотки и компонентов молока из сыворотки в различных продуктах питания.

ротки или пермеата. При ультрафильтрации извлекаются ценные сывороточные белки, а процесс электродиализа удаляет нежелательные минеральные вещества и кислоты, препятствующие интенсивному протеканию процессов кристаллизации и выделению чистой лактозы.

Итак, мембранные процессы в технологии молочного сахара, лактулозы и бифидогенных концентратов позволяют: интенсифицировать процесс; сократить энергозатраты; увеличить выход и качество готового продукта; уменьшить использование химических реагентов; увеличить ресурсы сырья за счет использования кислой сыворотки.

Получаемые в процессе ультрафильтрации концентрат сывороточных белков (КСБ) и пермеат являются ценными продуктами, т.к. содержат молочные компоненты. Пермеат, образующийся в процессе ультрафильтрации, может быть высушен или использован для производства лактозы, лактулозы, функциональных напитков и т.п. При этом, пермеат следует подвергнуть предварительной электродиализной обработке.

КСБ находит все большее применение в технологии продуктов детского, диетического, спортивного питания, в мясном производстве и позволяет получить новые функциональные продукты, направленные на уменьшение

дефицита животного белка в рационе. Из КСБ можно получить качественно новый продукт — микропартикулированный белок (МПБ), который, имея состав и пищевую ценность КСБ, обладает качественно новыми характеристиками и свойствами. В процессе микропартикуляции происходит формирование глобул сывороточных белков посредством термического и механического воздействия, в результате чего контролируемо образуются частицы правильной сферической формы и определенного диаметра (от 0,1 до 3 мкм), что соответствует размерам жировых шариков в молочных продуктах и предотвращает образование крупных белковых агломератов. Находясь в денатурированном состоянии и имея на поверхности гидрофильные и гидрофобные участки, частицы белка обладают высокой стабильностью и способны выполнять функции дисперсной фазы в любых системах, независимо от значений pH и температуры. МПБ легко диспергируется и быстро восставнавливается без применения специального оборудования и технологий.

Одним из наиболее целесообразных направлений использования молочных компонентов, полученных мембранными методами из молочной сыворотки, является производство цельномолочных продуктов.

Специалистами ООО «МЕГА ПрофиЛайн» на базе НОЦ «Мембранные биотехнологии» СевКавГТУ (ведущая научная школа НШ 7510.2010 руководители А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов) были проведены исследования по разработке технологий цельномолочных продуктов с использованием молочных компонентов, полученных мембранными методами.

МПБ использовали в технологиях кисломолочных напитков, низкожирной сметаны (м.д.ж. 10 %) и обезжиренного творога. МПБ в составе кисломолочных напитков и сметаны связывает и удерживает влагу, дополнительно эмульгирует жировые шарики, смягчает структуру сгустка и делает ее более эластичной, положительно влияет на органолептические показатели и реологические характеристики. Внедрение микрочастиц МПБ в структуру казеиновой матрицы при производстве обезжиренного творога способствует увеличению выхода готовой продукции на 10–15 % по сравнению с массой контрольного образца, при этом творог имеет более нежную консистенцию и мягкий сливочный вкус.

Молочные компоненты, полученные мембранными методами, использовали в производстве молока питьевого и кисломолочных напитков. Способ выработки молока и кисломолочных напитков существенно не отличался от традиционной технологии. В результате проведенных исследований установлены оптимальные соотношения компонентов в смеси, позволяющие получить продукты с наилучшими физико-химическими и органолептическими характеристиками, при этом они обладают более высокой биологической ценностью за счет обогащения продукта сывороточными белками.

Таким образом, применение электродиализа и мембранной фильтрации позволяет решать важные технологические задачи и получать инновационные пищевые продукты с максимальным использованием потенциала молочной сыворотки.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. **Евдокимов И.А., Володин Д.Н., Бессонов А.С., Золоторева М.С., Поверин А.П.** Реальные мембранные технологии // Молочная промышленность. 2010. №1. С. 49–50.
2. **Шипулин В.И., Евдокимов И.А., Слюсарев Г.В.** Пищевые функциональные модули на основе деминерализованной молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2009. №12. С. 57–58.
3. **Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г.** Технология продуктов из молочной сыворотки.: Учебное пособие. М.: ДеЛипринт, 2004.
4. **Синельников Б.М., Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Серов А.В.** Лактоза и ее производные. СПб.: Профессия, 2007.
5. **Молочная индустрия мира** и Российской Федерации: ежегодник 2011 / Российский союз предприятий молочной отрасли; сост. С.А. Пластинин, В. Д. Харитонов, В.В. Лабинов. М.: (б. и.), 2011.
6. **Российский союз предприятий** молочной отрасли / Бюллетень ММФ №446/2010, 2010.
7. **Основные показатели** сельского хозяйства в России в 2009 году. Продукция сельского хозяйства в 2009 году: http://www.gks.ru/doc_2009/bul_dr/sxprod_2009.xls
8. **Евдокимов И.А., Пермяков А.В., Дыкало Н.Я.** Аспекты переработки подсырной соленой сыворотки // Переработка молока. 2010. №2(124). С. 28–29.
9. **Свириденко Ю.Я., Кравченко Э.Ф.** Время менять стратегию // Переработка молока. 2010. №2. С. 6–10.

ОБ АВТОРАХ

Евдокимов Иван Алексеевич, д.т.н.; профессор; академик МАХ; директор Института «Живые системы»; ФГАОУ СКФУ; 355035, г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9; eia@ncstu.ru; 8 (8652) 23-58-34;

Золоторева Марина Сергеевна, к.т.н.; докторант кафедры прикладной биотехнологии; ФГАОУ СКФУ; 355035, г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9, msz@ ncstu.ru; 8-928-342-78-80;

Володин Дмитрий Николаевич, к.т.н.; инженер кафедры прикладной биотехнологии; ФГАОУ СКФУ; 355035, г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9, 8 (8652) 23-58-34;

Сомов Виталий Сергеевич, аспирант кафедры прикладной биотехнологии; ФГАОУ СКФУ; 355035, г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9, 8-962-437-00-97.

Evdokimov Ivan Alekseevich, North-Caucasian Federal University, Director of Institute of Living Systems, Doctor of technical sciences, professor, academician of International academy of refrigeration.

Zolotoreva Marina Sergeevna, North-Caucasian Federal University, Department of Applied Biotechnology, candidate of technical sciences, doctoral student.

Volodin Dmitry Nikolaevich, North-Caucasian Federal University, Department of Applied Biotechnology, candidate of technical sciences, engineer.

Somov Vitaly Sergeevich, North-Caucasian Federal University, Department of Applied Biotechnology, postgraduate student.

УДК 577.861:
615.214/015.45

Э. А. Манвелян [E. A. Manveljan],
В. А. Батурин [V. A. Baturin],
Н. А. Анисимова [N. A. Anisimova]

ГЕНДЕРНЫЕ И ЦИРКАДИАННЫЕ РАЗЛИЧИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАЗЕПАМА У СТРЕССИРОВАННЫХ КРЫС В «ОТКРЫТОМ ПОЛЕ»

Gender and circadian differences of effectiveness of diazepam on stressed rats in the «open field»

В статье показана половая диссимиляция двигательных и эмоциональных ответов у крыс при введении диазепама в дозах 0,1 и 0,5 мг/кг на протяжении суточного цикла под влиянием стресса и без стресса в условиях «открытого поля».

Sexual dissimilation of motor and emotional responses in stressed and stressed-free rats after administered of diazepam in doses 0,1 and 0,5 mg / kg during the circadian cycle in the «open field» shows.

Ключевые слова: диазепам, самки, самцы, гендерные различия, седативное и противотревожное действие, циркадианные различия.
Key words:
diazepam, females, males, anxiolytic and sedative effect, circadian differences.

Введение.

Циркадианные изменения эффективности лекарственных средств под влиянием стресса с учетом половой принадлежности недостаточно изучены в клинических и экспериментальных условиях. Установлено, что на фоне стресса антиконфликтный и противотревожный эффект транквилизаторов уменьшается, а антиагрессивное действие подвергается инверсии (5, 9, 10).

Целью исследования является изучение влияния стресса на противотревожное и седативное действие диазепама при тестировании самок и самцов крыс в «открытом поле» на протяжении суточного цикла.

Материалы и методы.

Эксперименты были проведены на половозрелых белых крысах — самках и самцах Wistar массой 200–220 г (по 10 крыс в группе). Оценивали поведение животных в тесте «открытое поле». В течение 2-х минут у крысы регистрировали: латентный период выхода из центрального квадрата (сек), число пересеченных линий, вертикальных стоек, обследованных отверстий, умываний, дефекаций. По совокупности повышения

латентности выхода из центра поля, снижения вертикальной и горизонтальной активности судили о «седативном» действии вещества, а при повышении исследовательской активности, снижении частоты груминга и числа фекальных болюсов (вегетативная представленность стресса) — «противотревожном» влиянии (7, 8). Стрессирование животных проводили путем подвешивания крысы за дорсальную кожную складку в течение одного часа за 3 часа до начала тестирования (5). Диазепам в дозах 0,1 и 0,5 мг/кг и физиологический раствор вводили за 30 минут до эксперимента. Каждое тестирование начинали проводить в 9, 12, 15, 18, 21, 24, 3, 6 ч с продолжительностью процедуры изучения поведения для групп крыс 0,5–1,0 ч. Для каждого временного интервала рассчитывались среднеарифметические значения показателей. Рассчитывались также среднесуточные значения исследуемых параметров поведения. Сопоставляли данные о влиянии диазепама у самок и самцов без и после стресса. Результаты обрабатывали статистически с использованием пакета компьютерных программ «Exel» и «BIOSTAT». Выявление статистически значимых отличий проводили с помощью критериев Стьюдента, Вилкоксона – Манна – Уитни.

Результаты и их обсуждение

Опыты показали, что у контрольных самок, получавших физиологический раствор, по сравнению с показателями самцов (приняты за 100 %), поздно вечером и в ночные часы, в темное время суток, выше была двигательная активность, реже отмечались вегетативные проявления эмоциональности. В утренние, дневные и ранние вечерние часы, в светлое время суток, напротив, у самок ниже были моторная и исследовательская и выше груминговая активность.

1. ТЕСТИРОВАНИЕ ЖИВОТНЫХ БЕЗ СТРЕССА

Влияние диазепама на поведение самцов крыс

При введении диазепама в дозе 0,1 мг/кг у самцов ($n = 78$) по сравнению с контрольными животными (физиологический раствор) достоверно снижалась двигательная вертикальная активность (43,8 %, $p < 0,05$; рассчитывали в % по сравнению с контрольной группой крыс). С увеличением дозы транквилизатора (0,5 мг/кг) самцы ($n = 76$) медленнее покидали центр открытого поля по сравнению с животными, получавшими физиологический раствор (198,8 %, $p < 0,01$). У этих крыс заметно меньше были вертикальная активность (14,9 %, $p < 0,001$), число пересеченных горизонтальных линий (62,5 %, $p < 0,05$), исследовательская активность (66 %, $p < 0,01$).

Хронофармакологическая оценка показала, что на фоне малой дозы анксиолитика у самцов отмечали большую латентность выхода из центра поля в 9 ч, статистически значимое ограничение двигательной вертикаль-

ной и горизонтальной активности в утренние, дневные и ранние вечерние часы, а также увеличение вегетативной представленности эмоциональности в дневное время (табл. 1).

С увеличением дозы транквилизатора (0,5 мг/кг) самцы заметно медленнее покидали центр поля в утреннее время, стабильно меньше совершали вертикальных стоек утром, днем и вечером, реже пересекали горизонтальные линии утром и днем. На фоне препарата крысы меньше исследовали отверстия в утренние, дневные и вечерние часы, у них в течение суток часто отсутствовал груминг. Вместе с тем вечером на поле меньше обнаруживали болюсов дефекации.

Следовательно, диазепам проявлял дозозависимое «седативное» действие у самцов крыс в утренние, дневные и вечерние часы. Кроме того, диазепам в дозе 0,1 мг/кг проявлял «анксиогенное» влияние в дневное время и в дозе 0,5 мг/кг «противотревожное» действие в вечерние часы.

Влияние диазепама на поведение самок крыс

При введении диазепама в дозе 0,1 мг/кг у самок ($n = 72$) по сравнению с контрольными особями достоверно больше было время выхода из центра поля (186,2 %, $p < 0,001$). На фоне препарата заметно ограничивалась двигательная вертикальная (22,7 %, $p < 0,01$) и горизонтальная (41 %, $p < 0,01$) активность. Сдвиги в поведении самок были больше, нежели у самцов при введении аналогичной дозы транквилизатора.

С увеличением дозы транквилизатора (0,5 мг/кг) у самок ($n = 77$) заметно больше была латентность выхода из центра поля (178,3 %, $p < 0,05$).

Оценка действия бензодиазепина в разное время суток показала, что при введении диазепама в малой дозе у самок отмечали большую латентность выхода из центра поля в вечерние и ночные часы, меньшую вертикальную, горизонтальную и исследовательскую активность вечером, ночью и ранним утром (табл. 1).

С увеличением дозы транквилизатора (0,5 мг/кг) у самок регистрировали замедленный выход из центра поля в дневные и ранние вечерние часы, меньшую вертикальную и горизонтальную активность в ранние утренние часы. Вместе с тем в 21 ч было зарегистрировано увеличение числа перемещений почти в два раза и ограничение частоты груминга в 18 ч по сравнению с контрольными самками.

Таким образом, диазепам в дозе 0,1 мг/кг проявлял «седативное» действие у самок крыс в вечерние, ночные и ранние утренние часы, то есть в темное время суток. В большей дозе (0,5 мг/кг) препарат оказывал «седативное» действие ночью и ранним утром, активирующее и противотревожное влияние вечером.

«Седативное» действие малой дозы диазепама у самок более выражено, чем у самцов.

Табл. 1. ВЛИЯНИЕ ДИАЗЕПАМА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ САМЦОВ И САМОК КРЫС В «ОТКРЫТОМ ПОЛЕ» НА ПРОТЯЖЕНИИ СУТОЧНОГО ЦИКЛА

Тесты	Группы животных	Время тестирования							
		09–00	12–00	15–00	18–00	21–00	24–00	03–00	06–00
Время выхода из центра поля (*с*)	Самцы Д. 0,1 м/кг	326***	130,0	139,0	107,0	130,0	118,0	40,0	68,0
	Самцы Д. 0,5 м/кг	317,4*	572,0	55,6	231,0	134,0	262,7	181,4	94,7
	Самки Д. 0,1 м/кг	100,0	107,2	104,8	320,0	239,2*	250*	278,6*	100
	Самки Д. 0,5 м/кг	163,9	271,4**	214,3*	350,0**	128,5	110,0	128,6	88,7
Вставание	Самцы Д. 0,1 м/кг	24,7***	3,5***	28,3**	30,1*	156,0	96,0	94,0	74,0
	Самцы Д. 0,5 м/кг	2,2***	7,6***	15,1***	8,4***	24,0*	41,1	11,5	58,1
	Самки Д. 0,1 м/кг	41,6	81,3	15,0*	30,0	17,3**	12,8**	33,7*	8,5***
	Самки Д. 0,5 м/кг	87,3	206,3	110,0	135,0	100,6	76,9	60,7	38,7**
Перемещение	Самцы Д.0,1 м/кг	43,2***	38,4**	53,3**	46**	93,7	104,0	139,1	144,2
	Самцы Д. 0,5 м/кг	27,4***	38,1*	50,6**	75,7	62,5	84,4	47,8	183,7
	Самки Д. 0,1 м/кг	75,4	89,5	46,7*	84,9	38,1*	23,6***	36,5***	14,9***
	Самки Д. 0,5 м/кг	100,0	105,3	83,3	76,4	185,8*	75,6	67,6*	44**
Исследовательская активность	Самцы Д. 0,1 м/кг	74,7	65,6	112,2	101,3	60,5	87,7	120,2	88,2
	Самцы Д. 0,5 м/кг	35,0***	41,7*	56,2**	80,5	49,4*	100,9	52,2	126,5
	Самки Д. 0,1 м/кг	81,5	156,4	78,9	167,7	37,1**	36,1***	64,4*	41***
	Самки Д. 0,5 м/кг	118,5	156,4	86,5	100,2	111,2	115,3	102,2	85,8
Груминг	Самцы Д. 0,1 м/кг	75,0	50,0	110,0	100,0	200,0	225,0	217,9	233,3
	Самцы Д. 0,5 м/кг	25,0	110,0	0	593,3	0	125,0	0	200,0
	Самки Д. 0,1 м/кг	454,5	0	12,5	13,9	111,1	66,7	66,7	55,0
	Самки Д. 0,5 м/кг	404,5	0	25,0	13,9*	74,4	16,7	133,3	110,0
Дефекация	Самцы Д. 0,1 м/кг	237,5	225,0	1000*	333,3	42,3	66,7	114,1	93,3
	Самцы Д. 0,5 м/кг	75,0	445,0	520,0	77,8	19,2**	67,8	214,1	33,3
	Самки Д. 0,1 м/кг	95,1	350,0	1500	90,9	48,9	150,0	50,0	148,3
	Самки Д. 0,5 м/кг	35,1	25,0	400,0	409,1	24,4	75,0	150,0	0

Примечание. 100 % — контрольный уровень соответственно самцов и самок, получавших физиологический раствор. Достоверность отличий:

* — при $P < 0,05$;

** — при $P < 0,01$;

*** — при $P < 0,001$.

2. ТЕСТИРОВАНИЕ СТРЕССИРОВАННЫХ ЖИВОТНЫХ

Под влиянием стресса у контрольных самцов, получавших физиологический раствор, по сравнению с контрольными не стрессированными самцами, ограничивалась вертикальная и горизонтальная активность утром, днем и ранним вечером, возрастала горизонтальная и исследовательская активность вечером и ночью. После стрессирования у контрольных самок снижалась моторная активность вечером и ночью, увеличивалась горизонтальная и исследовательская активность днем и ранним вечером, урежался груминг днем и ночью.

Влияние диазепама на поведение стрессированных самцов крыс

При введении диазепама в дозе 0,1 мг/кг у стрессированных самцов (n = 60) по сравнению с контрольными животными ограничивалась двигательная горизонтальная (46,9 %, $p < 0,01$) и исследовательская активность (58,1 %, $p < 0,001$).

С увеличением дозы транквилизатора (0,5 мг/кг) самцы (n = 49) существенно медленнее покидали центр открытого поля (237 %, $p < 0,05$). У животных меньше была средняя вертикальная активность (21,2 %, $p < 0,01$), меньше среднее число пересеченных горизонтальных линий (46 %, $p < 0,01$), ниже исследовательская активность (58,5 %, $p < 0,001$).

Хронофармакологическая оценка показала, что при введении диазепама в дозе 0,1 мг/кг у стрессированных самцов по сравнению с контрольными крысами больше латентность выхода из центра поля в 24 ч, статистически значимо ограничивается двигательная (вертикальная и горизонтальная), а также исследовательская активность.

С увеличением дозы транквилизатора (0,5 мг/кг) самцы заметно медленнее покидали центр поля в ночное и утреннее время, стабильно меньше совершали вертикальных стоек ночью и ранним утром, реже пересекали горизонтальные линии и исследовали «норки» в ночное и раннее утреннее время. Вместе с тем, у них часто отсутствовали груминг и вегетативные эмоциональные реакции в течение суток.

После стрессирования «седативный» эффект диазепама у самцов крыс усиливался и смещался с утренних, дневных и ранних вечерних часов на вечерние, ночные и ранние утренние часы, «анксиогенное» действие препарата в дозе 0,1 мг/кг нивелировалось, а «противотревожное» влияние в дозе 0,5 мг/кг усиливалось.

Влияние диазепама на поведение стрессированных самок крыс

При введении диазепама в дозе 0,1 мг/кг у самок (n = 57) по сравнению с контрольными особями ограничивалась двигательная вертикальная (28,3 %, $p < 0,05$) и исследовательская активность (64,3 %, $p < 0,05$),

меньше было вегетативных проявлений эмоциональности (37,5 %, $p < 0,05$). Сдвиги в поведении самок при этом были больше, нежели у самцов при введении аналогичной дозы препарата.

С увеличением дозы транквилизатора у самок ($n = 45$) больше была латентность выхода из центра поля (258,6 %, $p < 0,05$), меньше двигательная горизонтальная (43,8 %, $p < 0,05$) и исследовательская активность (54,3 %, $p < 0,05$). У этих особей существенно меньше подсчитывалось болюсов дефекации (16,1 %, $p < 0,05$).

Оценка действия бензодиазепина в разное время суток показала, что при введении диазепама в малой дозе у самок отмечали меньшую вертикальную горизонтальную и исследовательскую активность днем и вечером. На фоне стресса и препарата в течение суток часто отмечали отсутствие груминга и вегетативных проявлений эмоциональности (табл. 2).

При введении диазепама в большей дозе (0,5 мг/кг) у стрессированных самок регистрировали замедленный выход из центра поля и меньшую горизонтальную активность в дневные и ранние вечерние часы, отсутствие вертикальных стоек в 18 и 24 ч. На фоне препарата и стресса снижалась исследовательская активность днем, вечером и ночью. В течение суток при этом часто отмечали отсутствие груминга и вегетативных проявлений эмоциональности.

Следовательно, стресс ослабляет «седативный эффект» малой дозы диазепама и усиливает действие большей дозы. После стрессирования «седативное» действие транквилизатора смещается с вечерних, ночных и ранних утренних часов на преимущественно дневное и раннее вечернее время, то есть с темного времени суток на светлое. На фоне стресса «активирующий» эффект диазепама у самок не проявляется, а «противотревожное» действие усиливается.

«Седативное» влияние диазепама в дозе 0,1 мг/кг на фоне стресса более выражено у самок, нежели у самцов. В большей дозе препарат оказывает более отчетливое седативное влияние на самцов.

Таким образом, выполненное исследование показало, что имеет место половая диссимиляция двигательных и эмоциональных ответов у крыс без и после стресса при введении диазепама на протяжении суточного цикла. Диазепам оказывал дозозависимое «седативное» действие на самцов преимущественно в светлое, а у самок — в темное время суток. «Седативное» действие малой дозы диазепама у самок было более выражено, чем у самцов. У самцов диазепам в дозе 0,1 мг/кг проявлял «анксиогенное» влияние в дневное время. У самок транквилизатор в большей дозе (0,5 мг/кг) оказывал активирующее влияние вечером.

После стрессирования «седативный» эффект диазепама у самцов крыс усиливался и смещался со светлого времени суток на темное время, «анксиогенное» действие препарата в малой дозе нивелировалось. У самок стресс ослаблял «седативный эффект» малой дозы и усиливал действие большей дозы диазепама. После стрессирования «седативное»

Табл. 2. ВЛИЯНИЕ ДИАЗЕПАМА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ СТРЕССИРОВАННЫХ САМЦОВ И САМОК КРЫС В «ОТКРЫТОМ ПОЛЕ» НА ПРОТЯЖЕНИИ СУТОЧНОГО ЦИКЛА

Тесты	Группы животных	Время тестирования							
		09–00	12–00	15–00	18–00	21–00	24–00	03–00	06–00
Время выхода из центра поля (с)	Самцы Д. 0,1 м/кг	256,4	47,0	65,6	153,9	130,7	402,8*	124,3	125,0
	Самцы Д. 0,5 м/кг	341,9**	82,3	59,4	461,5	1196,4**	456,3*	244,1*	1954,6
	Самки Д. 0,1 м/кг	144,1	209,2	104,3	278,7	57,9	75,4	442,5	96,3
	Самки Д. 0,5 м/кг	338,5	142,1	184,1***	459,0*	159,8	45,3	3150,4	55,4
Вставание	Самцы Д. 0,1 м/кг	140,0	112,7	120,9	233,3	15,5	26,7	5,3**	6,3***
	Самцы Д. 0,5 м/кг	80,0	79,4	25,6	36,7	0	9,7*	11,9**	10,3*
	Самки Д. 0,1 м/кг	40,8	3,5*	10,5	12,9*	66,0	38,7	150,7	74,6
	Самки Д. 0,5 м/кг	8,9	12,5	30,9	0	100	0	160,0	59,7
Перемещение	Самцы Д.0,1 м/кг	49,3	92,0	108,5	175,6	18,1**	36,4**	15,6***	27,0***
	Самцы Д. 0,5 м/кг	45,0	80,7	134,4	101,7	14,9**	33,7***	49,6*	18,9***
	Самки Д. 0,1 м/кг	70,7	24,0*	29,7*	37,9**	154,4	26,0*	145,0	42,0
	Самки Д. 0,5 м/кг	65,3	15,6**	33,2*	28,4**	194,4	38,1	52,0	81,2
Исследовательская активность	Самцы Д. 0,1 м/кг	57,5	83,5	92,7	116,1	42,2**	55,2*	31,2***	33,7***
	Самцы Д. 0,5 м/кг	54,2	87,2	118,2	73,4	33,3**	44,6**	60,6	30,7***
	Самки Д. 0,1 м/кг	98,1	34,9**	34,3**	42,7**	164,1	46,8	126,7	81,6
	Самки Д. 0,5 м/кг	72,4	27,9**	43,8*	44,0**	162,6	32,4*	65,3*	80,8
Груминг	Самцы Д. 0,1 м/кг	545,5	0	155,8	225,0	0	179,1	38,0	85,7
	Самцы Д. 0,5 м/кг	727,3	1000,0	0	42,5	0	64,2	29,0	96,7
	Самки Д. 0,1 м/кг	156,3	126,7	0	0	333,3	330,0	552,0	506,1
	Самки Д. 0,5 м/кг	129,7	0	153,7	0	0	0	160,0	303,0
Дефекация	Самцы Д. 0,1 м/кг	20,0	400,0	77,2	73,3	100	880,0	198,3	0
	Самцы Д. 0,5 м/кг	0	0	29,8	0	75,0	400,0	226,3*	111,7
	Самки Д. 0,1 м/кг	0	80,6	267,7	0	0	14,0*	60,3	0
	Самки Д. 0,5 м/кг	0	0	0	90,9	30,0	0	0	0

Примечание — 100% — контрольный уровень соответственно самцов и самок, получавших физиологический раствор. Достоверность отличий:
* — при P<0,05;
** — при P<0,01;
*** — при P< 0,001.

действие транквилизатора у самок смещалось с темного времени суток на светлое. На фоне стресса «активирующий» эффект диазепама у самок не проявлялся.

Выявленное ослабление после стресса активирующей активности, нивелирование «анксиогенного» действия диазепама согласуется с наблюдениями других авторов. Так, показано, что под влиянием стресса разной этиологии основной антиконфликтный эффект анксиолитиков существенно уменьшается (9). Традиционные анксиолитики бензодиазепинового строения (диазепам, феназепам, клоназепам, алпрозолам, медазепам) после стресса оказывают проагрессивное действие, что выражается в снижении порогов агрессивной реакции (10).

Более выраженное «седативное» действие малой дозы диазепама у самок, нежели у самцов, вероятно, может быть связано с психотропными свойствами эстрогенов, усиливающих функции тормозных ГАМК-ергических механизмов (12).

Установленные половые различия в спектре активности транквилизатора, несомненно, связаны с психофизиологическими особенностями и стресс-реактивностью мужского и женского организмов; отличиями в деятельности нейромедиаторных систем мозга, в свою очередь определяемыми психотропными свойствами половых гормонов, прежде всего эстрогенов (1–3). Безусловно, на характере психофармакологической реакции сказывается гормональный дисбаланс на протяжении овариально-менструального цикла (4). Кроме того, различия в чувствительности к диазепаму можно объяснить гендерными особенностями фармакодинамики, отличиями в хронэргии и хронестезии препарата (6–8). Несомненно, на фармакокинетике анксиолитика сказывается зависимая от пола различная активность ряда метаболизируюших ферментов печени, более интенсивная биотрансформация ксенобиотиков в мужском организме (11).

Выводы

1. Диазепам оказывает дозозависимое «седативное» действие на самцов преимущественно в светлое, а на самок — в темное время суток. У самок транквилизатор в дозе 0,5 мг/кг оказывает активирующее влияние вечером.
2. Диазепам в дозе 0,1 мг/кг проявляет «анксиогенное» влияние у самцов в дневное время и в дозе 0,5 мг/кг «противотревожное» действие в вечерние часы. На самок анксиолитик в большей дозе оказывает «противотревожное» влияние вечером.

3. После стрессирования «седативный» эффект диазепама у самцов крыс усиливается и смещается со светлого времени суток на темное. У самок на фоне стресса ослабляется «седативный эффект» малой дозы и усиливается действие большей дозы диазепама, смещаясь с темного времени суток на светлое. Активирующий эффект диазепама у самок не реализуется.

4. Под влиянием стресса у самцов не проявляется «анксиогенное» влияние малой дозы диазепама, а «противотревожное» действие в дозе 0,5 мг/кг усиливается. После стрессирования «противотревожное» действие диазепама у самок усиливается.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Александровский Ю. А.** Пограничные психические расстройства: учебное пособие для слушателей системы последипломного образования. 3-е изд., перераб., доп. М.: Медицина, 2000.
2. **Бабичев В. Н.** Нейроэндокринн эффект половых гормонов // Успехи физиол. наук. 2005. №1. Т. 36. С. 54–67.
3. **Батурин В. А., Манвелян Э. А.** Противотревожная активность психотропных препаратов у самок и самцов крыс в разное время суток // Экология человека. 2006. №4/2. С. 47–49.
4. **Барденштейн Л. М., Ершова А. В.** Предменструальный синдром с преобладанием аффективных нарушений: от клинико-патогенетических особенностей к новым возможностям терапии // Российский психиатрический журнал. 2006. №5. 79–84.
5. **Манвелян Э. А., Анисимова Н. А.** Циркадианные различия эффективности диазепама у стрессированных самок и самцов крыс // Вестник СГУ. 2011. Вып. 74. №3. С. 46–52.
6. **Манвелян Э. А., Батурин В. А.** Половые и хронобиологические различия в активности диазепама у крыс в тесте конфликтной ситуации // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2008. №4. С. 11–13.
7. **Манвелян Э. А.** Половая диссимиляция эффектов психотропных средств. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2008. 106 с.
8. **Манвелян Э., Батурин В.** Гендерные различия в эффектах психотропных препаратов. Saarbrücken: Lap-publishing.com., 2011. С. 126.
9. **Молодавкин Г. М., Воронина Т. А., Рамхин Е. Я., Мелетова О. К.** Изменение антиконфликтного действия анксиолитиков под влиянием стресса // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2002. Т. 65. №4. С. 3–6.
10. **Молодавкин Г. М., Воронина Т. А., Алдармаа Ж., Мелетова О. К.** Изменение антиагрессивного действия анксиолитиков под влиянием стресса // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2004. Т. 67. №4. С. 3–6.

11. **Greenblaatt D. G., Harmatz J. S., Moltke L. L. et.al.** Comparative kinetics to the response to the benzodiazepine agonists triazolam and zolpidem: evaluation of sex-dependent differences // J. Pharmacol. Exp. Ther. 2000. V. 293. P. 435–443.

12. **McEwen B. S.** Estrogen actions throughout the brain // Rec / Progress Hrm. Res. 2002. V. 57. P. 357–384.

ОБ АВТОРАХ

Манвелян Элеонора Аслибековна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор фармацевтических наук, профессор кафедры медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации. manveljan@rambler.ru

Батурин Владимир Александрович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой клинической фармакологии, иммунологии и аллергологии СтГМУ. v_baturin@mail.ru

Анисимова Наталья Александровна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», ассистент кафедры медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации.

ya.anisimova-natali28@yandex.ru

Manveljan Eleonora Aslibekovna, doctor of pharmaceutical sciences, professor of chair of medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy SKFU.

Baturin Vladimir Aleksandrovich, doctor of medical sciences, professor, department chair of clinical pharmacology, immunology and allergology of STGMU.

Anisimova Natalia Aleksandrovna, assistant of chair of medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy SKFU.

УДК 637.344.8:637.52

В. И. Шипулин [V. I. Shipulin],
О. Н. Назарова [O. N. Nazarova]

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ МЯСОПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОПАРТИКУЛИРОВАННОГО СЫВОРОТОЧНОГО БЕЛКА

Theoretical and practical aspects of biotechnology meat with micro-particle whey protein

В статье рассмотрены свойства молочно-белковых концентратов, используемых в мясной промышленности. Представлены результаты исследований функционально-технологических свойств сывороточных белков. Исследованы модельные фаршевые системы с микропартикулированным сывороточным белком.

The article describes the milk protein concentrates used in the meat industry. The results of studies of functional and technological properties of whey proteins. Studied model systems with minced micro-particle whey protein.

Ключевые слова: молочно-белковые концентраты, функционально-технологические свойства, модельные фаршевые системы, микропартикулированный сывороточный белок.
Key words: milk-protein concentrates, functional and technological properties, model minced system mikropartikulirovanny whey protein.

В современном колбасном производстве, характеризующемся крупными объемами и интенсивной технологией, наряду с основным сырьем используют белковые препараты растительного и животного происхождения, обладающие высокой пищевой ценностью, функциональными свойствами, близкими к свойствам мышечных белков, способные улучшить или стабилизировать качество готовых изделий, устойчивые при хранении и транспортировке, отличающиеся небольшой стоимостью, простотой применения при составлении фаршевых композиций.

В настоящее время в мире наблюдается постоянное увеличение производства молочно-белковых концентратов (МБК), которые находят широкое применение при выработке мясопродуктов. Наибольшее распространение получило производство следующих МБК: казеинатов, копреципитатов и сывороточных белковых концентратов.

В нашей стране и за рубежом уже длительное время применяется выпускаемый в промышленных масштабах, выделенный кислотным осаждением казеин, который растворяют в слабых растворах щелочи и после высушивания получают водорастворимый казеинат натрия (4) .

Казеинат натрия обладает высокой биологической ценностью, так как в его составе присутствуют все незаменимые аминокислоты. Содержащийся в казеинате натрия метионин оказывает липотропное действие при пищеварении и предупреждает отложение жира. Высокая пищевая ценность казеината натрия обусловлена не только аминокислотным составом, но и высокой степенью усвояемости (до 80 %). Казеинат натрия обладает высокой эмульгирующей способностью. По этому показателю он превышает копреципитаты, цельное молоко, концентрат сывороточных белков, растительные и другие немясные белки. Это объясняется тем, что казеин содержит в своем составе лецитины, которые относятся к природным эмульгаторам.

Помимо этого казеинат натрия имеет следующие достоинства, благоприятствующие его применению в колбасном производстве: высокое содержание белка, отсутствие редуцирующих сахаров и катионов кальция, повышенная водосвязывающая и эмульгирующая способность, высокая растворимость в воде, устойчивость при хранении, транспортабельность, простота применения, высокий экономический эффект от использования (8).

В настоящее время перспективным считается получение молочных копреципитатов − продуктов совместного осаждения казеина и сывороточных белков. Они обладают ценными функциональными характеристиками, более высокой, по сравнению с казеином, питательной ценностью, что объясняется повышенной концентрацией серосодержащих аминокислот за счет фракции сывороточных белков. Следует отметить, что в копреципитатах кальций находится в соединении с белком, что очень важно для его усвоения. Биологическая ценность казеината натрия колеблется в пределах 52–67 %, молочных копреципитатов — 70–77,5 %, это связано не только с высоким содержанием серусодержащих аминокислот, но и изолейцина, триптофана, тирозина и легкоусвояемого лизина. Высокая усвояемость, многообразие функциональных свойств копреципитатов позволяют использовать их при производстве мясопродуктов, консервов и пищевых концентратов (2).

Среди белковых концентратов, вырабатываемых из молочной сыворотки, в мясной промышленности находят применение концентраты сухих белков подсырной сыворотки (КСБ), которые выделяют из сыворотки различными методами с последующей сушкой. Более полно выделять и концентрировать белковую фазу молочной сыворотки с высокой степенью селективности (до 98 %) позволяют современные методы мембранной технологии (1). В настоящее время отечественной молочной промышленностью методами ультра- и дифильтрации выпускаются жидкие продукты: концентрат белковой творожной сыворотки и добавка молочно-белковая, а также сухие продукты: концентрат белков подсырной сыворотки, растворимый сывороточный белок и белки пищевые молочные, в которых регулируется соотношение между казеином и сывороточными белками, что обеспечивает получение продуктов со сбалансированным аминокислотным составом (7).

К новому поколению молочно-белковых препаратов можно отнести сухие концентраты, которые вырабатывают путем сгущения обезжиренного

молока и молочной сыворотки, составлением смеси сгущенных препаратов с последующей распылительной сушкой. Их отличительной особенностью является присутствие в концентрате всех компонентов, входящих в исходное сырье, в том числе достаточно высокого количества углеводов. Таким образом, и сухие, и пастообразные концентраты, вырабатываемые с применением указанной технологии, можно объединить под одним названием — молочные белково-углеводные концентраты (МБУК).

Одним из таких препаратов является молочно-белковый углеводный концентрат «Лактобел ЭД», который вырабатывают из молочной сыворотки и обезжиренного молока. Наличие в МБУК молочного белка (27,7 %), более сбалансированного по аминокислотному составу по сравнению с растительными белками, низкая себестоимость, а также наличие редуцирующих сахаров (48,7 %) позволяет использовать МБУК «Лактобел ЭД» в технологии мясопродуктов взамен соевых препаратов (3).

К белкам нового поколения, технология изготовления которых исключает применение каких-либо добавок и основанная на использовании только термических процессов, относится микропартикулированный сывороточный белок (МСБ). В основе технологии получения микропартикулированного сывороточного белка лежит технология получения концентрата сывороточных белков. Микропартикулированный сывороточный белок — это натуральный продукт, представляющий собой концентрат сывороточных белков, подвергнутый уникальному процессу получения мелкодисперсных сферических частиц размером 0,1–3,0 мкм. Технология получения микропартикулированного сывороточного белка трансформирует сывороточные белки в шаровидные микрочастицы, которые имеют размер и форму идентичную жировым шарикам, воспринимающимся в готовом изделии как жирный продукт. Частицы белка находятся в денатурированном состоянии, поэтому являются наиболее стабильной формой сывороточных белков и продолжают выполнять функцию дисперсной фазы практически во всех продуктах вне зависимости от значения величины pH, даже в изоэлектрической точке белка. Белок сохраняет все функциональные характеристики при воздействии высоких температур в течение длительного периода. Легко диспергируется и быстро гидратируется в холодной воде в течение 3–5 минут без специального оборудования или технологий, не замедляя технологического процесса изготовления продукта.

Согласно полученным экспериментальным данным исследуемый белок содержит не менее 53 % белка, богатого хорошо усвояемыми белками и дефицитными аминокислотами. Кроме того, микропартикулированный сывороточный белок богат такими макро- и микроэлементами, как кальций, фосфор, калий, натрий, сера, магний, железо, цинк, медь, марганец, йод, которые позволят разработать продукт, сбалансированный по минеральному составу.

С целью разработки рекомендаций по использованию микропартикулированного сывороточного белка при производстве мясопродуктов были изучены функционально-технологические свойства белка и проведен срав-

нительный анализ с аналогичными свойствами концентрата сывороточных белков (КСБ) и МБУК «Лактобел ЭД» (табл. 1).

Следует отметить, что исследуемые препараты МСБ, КСБ, МБУК «Лактобел ЭД» имеют высокое значение pH (6,9, 6,71, 6,84 соответственно), что должно положительно сказаться на функциональных характеристиках мясного сырья и позволяет предполагать высокую совместимость препарата с другими компонентами мясных систем.

Показатель растворимости (обратная величина показателя индекса растворимости) белка используют как первичный показатель качества белковых препаратов. Она обусловливает реологические свойства белоксодержащих пищевых систем, устойчивость эмульсий, стабилизированных белками (5).

Анализ экспериментальных данных по исследованию индекса растворимости показывает, что исследуемые белки обладают высокой растворимостью. Индекс растворимости МСБ больше на 0,8 %, чем у КСБ, и на 1,2 % превышает этот показатель у исследуемого белка «Лактобел ЭД».

Важнейшим функционально-технологическим свойством белковых препаратов, используемых при производстве мясопродуктов, является их водопоглощающая способность. Водопоглощаемость проявляется в результате спонтанного «взятия» воды белковой матрицей и определяет первую ступень в процессе сольватации. Установлено, что микропартикулированный сывороточный белок характеризуется высокими гидрофильными свойствами по сравнению с концентратом сывороточных белков и МБУК «Лактобел ЭД», значение показателя водопоглощающей способности превышает этот показатель на 28,7 % и на 1 % соответственно. Уровень ЖПС достигает 134,2 %, что на 25,9 % выше, чем у концентрата сывороточных белков, и на 1,6 % меньше показателя МБУК «Лактобел ЭД». Показатели ЖПС микропартикулированного сывороточного белка и МБУК «Лактобел ЭД» имеют высокие значения, что будет способствовать улучшению стабильности фаршевых систем, препятствовать появлению жировых отеков и уменьшить потери при тепловой обработке.

Одним из важнейших свойств белков, используемых в производстве мясопродуктов, является эмульгирующая способность. Эмульгирование лежит в основе технологических процессов колбасного производства.

Характер взаимодействия белка с жиром, формирующий уровень эмульгирующей способности, обусловлен в основном соотношением гидрофильных и гидрофобных групп в белке их концентрацией, степенью денатурации белка, а также величиной pH и ионной силой раствора.

Наличие большого количества гидрофильных и гидрофобных групп в белках способствует ориентации полярных групп к воде, а неполярных к маслу (жиру), в результате чего образуется межфазный адсорбционный слой. Эластические свойства и механическая прочность этой межфазной пленки определяет стабильность эмульсии и, как следствие, качество готовых изделий.

Табл. 1. Сравнительная характеристика функционально-технологических свойств микропартикулированного сывороточного белка, концентрата сывороточных белков и МБУК «Лактобел ЭД» (n = 3, V < 16)

Показатели	Микропарти-кулированный сывороточный белок	Концентрат сывороточных белков	«Лактобел ЭД»
Величина pH, *ед*	6,9	6,71	6,84
Индекс растворимости сырого осадка, *см*^{3}	2,2	1,4	1,0
Водопоглощающая способность (ВПС), *%*	131,6	102,9	130,6
Жиропоглощающая способность (ЖПС), *%*	136,2	110,3	137,8
Эмульгирующая способность (ЭС), *г* жира на 1 *г* белка	203,0	135,0	150,0

Эмульгирующая способность микропартикулированного сывороточного белка достигает 233 г жира на 1 г белка, а для концентрата сывороточных белков составляет 135 г жира на 1 г белка, для МБУК «Лактобел ЭД» 150 г жира на 1 г белка. Частицы микропартикулированного сывороточного белка эффективно стабилизируют эмульсии, так как обладают гидрофильными и гидрофобными участками и имеют соответствующие размеры для того, чтобы быть ориентированными в сторону раздела фаз «масло – вода».

Значение функциональных характеристик белковых препаратов очень важно, однако для окончательного решения вопроса о разработке технологии мясопродуктов с использованием в рецептуре белковых препаратов требуется изучение влияния продуктов на качественные характеристики модельных фаршевых систем.

С целью разработки рекомендаций по использованию микропартикулированного сывороточного белка при производстве мясопродуктов исследовано влияние уровня введения микропартикулированного сывороточного белка на физико-химические, структурно-механические характеристики модельных фаршевых систем, а также изменение органолептических показателей готового продукта в зависимости от уровня введения гидратированного белка.

Ранее проведенные экспериментальные исследования показывают, что оптимальный уровень гидратации микропартикулированного сывороточного белка составляет 1 : 3 (белок : вода соответственно), поэтому влияние исследуемого белка на свойства мясных фаршевых систем будет основываться на опытном образце гидратированного белка 1 : 3.

Модельные фаршевые системы готовили по следующей схеме: в контрольный образец вводили 80 % посоленной говядины 1 сорта и 20 % шпика, что примерно по соотношению жир — белок соответствует колбасным фаршам вареных колбас.

Табл. 2. РЕЦЕПТУРНЫЙ СОСТАВ МОДЕЛЬНО-ФАРШЕВЫХ СИСТЕМ С МИКРОПАРТИКУЛИРОВАННЫМ СЫВОРОТОЧНЫМ БЕЛКОМ

Наименование	Говядина 1 сорта, %	Шпик боковой, сывороточный %	Гидратированный 1 : 3 микропартикулированный белок, %	Вода сверх рецептуры, %	Соль, %
Контроль	80	20	–	15	2,5
С использованием микропартикулированного сывороточного белка					
Образец 1	80	15	5	15	2,5
Образец 2	80	10	10	15	2,5
Образец 3	80	5	15	15	2,5
Образец 4	80	–	20	15	2,5

Табл. 3. КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОДЕЛЬНЫХ ФАРШЕВЫХ СИСТЕМ (сырой фарш)

Наименование показателя	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Содержание влаги, %	69,6±1,31	71,2±0,71	72,7±0,81	73,3±0,76	73,9±0,81
Величина pH	5,57±0,06	5,32±0,04	6,22±0,06	6,19±0,05	6,21±0,07
ВСС фарша, % к общей влаге	86,9±1,3	99,3±1,1	92,8±1,4	94,6±1,0	97,1±1,2
ПНС фарша, Па	560,0±15,1	554,6 ±15,3	549,6 ±15,0	543,6±15,1	534,2±15,2
Пластичность, $см^2$/гр	6,5±0,2	6,0±0,1	9,2±0,3	7,0±0,2	9,0±0,4

Таблица 4. КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОДЕЛЬНЫХ ФАРШЕВЫХ СИСТЕМ (термообработанный фарш)

Наименование показателя	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Содержание влаги, *%*	67,1±1,02	67,±0,82	67,9±1,01	68,3±0,75	69,4±1,21
Величина pH	6,10±0,07	6,25±0,05	6,37±0,06	6,47±0,04	6,50±0,06
ВУС готового продукта, *%* к общей влаге	82,4±1,6	84,5±2,1	86,5±2,3	88,7±2,4	89,6±2,6
Степень пенитрации, *мм*	3,9±0,2	4,1±0,1	4,0±0,3	4,15±0,2	4,2±0,1
Выход, *%* к массе сырья	119,0±0,5	119,4±0,7	120,2±1,0	120,7±0,9	121,0±0,8

В опытных образцах мясных фаршей заменяли от 5 до 20 % шпика равным количеством гидратированного 1 : 3 микропартикулированного сывороточного белка. Во все образцы вводили сверх рецептуры 2,5 % поваренной соли на несоленое сырье и 15 % воды. Фарши готовили на микрокутере. Закладку сырья осуществляли в соответствии с таблицей 2.

Результаты сравнительных исследований физико-химических и структурно-механических показателей модельных фаршевых систем, полученных с использованием микропартикулированного сывороточного белка, представлены в таблицах 3 и 4.

Введение микропартикулированного сывороточного белка в мясные фарши приводит к смещению pH опытных образцов в область более высоких значений, что связано с высоким значением pH используемого препарата и положительно сказалось на водосвязывающей способности сырых фаршей.

Как показывают результаты экспериментальных исследований, увеличение концентрации добавки в модельные фаршевые системы приводило к снижению прочностных характеристик, о чем свидетельствует результаты изменений ПНС и степени пенетрации. Это объясняется снижением доли миофибриллярных белков, что способствует повышению нежности и сочности готового продукта.

Введение от 20 до 25 % гидратированного микропартикулированного сывороточного белка влияет на вкусовые характеристики готовых изделий. Как показывают органолептические исследования, при введении 25 % исследуемого белка появляется сладкий сливочный привкус несвойственный колбасным изделиям. Это объясняется тем, что в микропартикулированном сывороточном белке содержание лактозы составляет 28 %.

Дегустационная оценка готового продукта показала гарантированную приемлемость использования от 15 до 20 % гидратированного микропартикулированного сывороточного белка. Опытные образцы отличались более нежной консистенцией, не наблюдалось ухудшение цвета, вкуса и запаха по сравнению с контрольным образцом, что отразилось на общей органолептической оценке.

Проведенные исследования свидетельствуют о положительном влиянии микропартикулированного сывороточного белка с уровнем замены от 15 до 20 % на ВСС, ВУС, выход готового продукта и его органолептические показатели. На основании результатов, полученных при исследовании модельных фаршевых систем, установлен оптимальный уровень введения в рецептуры колбасных изделий в количестве от 15 до 20 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Евдокимов И. А.** Технологии переработки молочной сыворотки для получения продуктов функционального питания: сборник материалов VI специализированного конгресса. Барнаул, 2008. С. 45–47.
2. **Кабус М., Хэртлинг Х.** Получение и применение копреципитатов // Пищевая промышленность. 1979. С. 252–257.

3. **Марченко В. В.** Разработка технологии вареных колбасных изделий с использованием белково-углеводного концентрата «Лактобел ЭД»: дис. ... канд. техн. наук. Ставрополь, 2008.
4. **Полное и рациональное использование молочной сыворотки** на принципах безотходной технологии: учебное пособие / А. Г. Храмцов, С. В. Василисин, А. И. Жаринов и др. Ставрополь: ИРО, 1997. С. 105.
5. **Салаватулина Р. М.** Рациональное использование сырья в колбасном производстве. М.: Агропромиздат, 1985. 256 с.
6. **Храмцов А. Г.** Рыночная концепция полного и рационального использования молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2006. № 6.
7. **Шипулин В. И.** Принципы разработки альтернативных вариантов рациональных технологий мясных продуктов нового поколения с адаптированными пищевыми добавками: дис. ... д-ра техн. наук. Ставрополь: СевКавГТУ, 2009. 470 с.
8. **Demott B. J.** Nutritional value of casein and whey protein // Food Product Development, 1972. V. 6. № 6. P. 86, 88.

ОБ АВТОРАХ

Шипулин Валентин Иванович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология мяса и консервирования».

ship@ncstu.ru

Назарова Ольга Николаевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», аспирант кафедры «Технология мяса и консервирования».

Ol.ka26@mail.ru

Shipulin Valentin Ivanovich, doctor of engineering sciences, professor, head. Department «Technology of meat and conservation», North-Caucasian Federal University.

Nazarova Olga Nikolaevna, North-Caucasian Federal University, graduate student, department «Technology of meat and conservation».

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2013

УДК 621.371.3: 621.396.96

А. Ф. Чипига [A. F. Chipiga]

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА УЧАСТКЕ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ — ЗЕМЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА ПОНИЖЕННЫХ ЧАСТОТАХ

Analysis of opportunities for practical implementation of satellite communications on site spacecraft-earth at work at reduced frequencies

В статье рассчитаны энергетические показатели передающей системы космического аппарата при работе системы спутниковой связи на пониженных частотах диапазона 60–80 МГц.

Calculate the energy performance of the transmission system of the spacecraft when the system of satellite communications at low frequency ranges of 60–80 MHz.

Ключевые слова: спутниковая связь, пониженная частота, отношение сигнал / шум, множитель ослабления волны, поглощение в ионосфере, мощность бортового передатчика.
Key words: satellite, under frequency, signal/noise attenuation factors wave absorption in the ionosphere, on-board transmitter power.

Введение.

Обеспечение высокого качества систем спутниковой связи (ССС), т. е. помехоустойчивости связи, при неограниченных дальностях и обширных зонах покрытия, является основным их достоинством. Однако это преимущество с точки зрения обеспечения информационной безопасности определяет один из основных недостатков: доступность электромагнитного излучения искусственного спутника Земли для систем радиоразведки несанкционированных пользователей. Условие обеспечения энергетической скрытности (ЭСк) ССС при ведении радиоперехвата (РПХ) выполняется, если фактическое отношение сигнал/шум (С/Ш) на входе приемника (ПРМ) РПХ будет меньше допустимого ($h^2_{\text{р}} < h^2_{\text{доп р}}$) или коэффициент энергетической скрытности больше единицы ($\gamma_{\text{ЭС}} = h^2_{\text{доп р}} / h^2_{\text{р}} > 1$).

Постановка проблемы.

Для разрешения проблемы в настоящее время разработаны:

- математические модели ионосферы и трансионосферного канала связи с учетом поглощения волны на пониженных частотах ССС [1, 2];
- математические модели ионосферы и трансионосферного канала связи с учетом одновременного поглощения и многолучевого распространения волны на пониженных частотах ССС [3, 4, 6];
- методика прогнозирования помехоустойчивости ССС на пониженных частотах с учетом поглощения волны и многолучевого ее распространения [7];
- методика прогнозирования помехоустойчивости ССС на пониженных частотах с учетом поглощения волны и ее многолучевого распространения при использовании пространственно-разнесенного приема на несколько ($n \geq 4$) антенн [8, 9];
- методика оценки коэффициента энергетической скрытности ССС при использовании пониженных частот и пространственно-разнесенного приема [10].

Полученные результаты свидетельствуют о принципиальной возможности разрешения возникшей проблемы. Однако техническая реализация может быть затруднена либо из-за массогабаритных показателей передающей системы, либо из-за необходимости излучения большой мощности передатчика, расположенного на космическом аппарате.

Разрешение проблемы.

Способ обеспечения очень высокого коэффициента энергетической скрытности ($\gamma_{ЭС}$ > дБ) ССС при близком размещении ПРМ РПХ за счет понижения несущей частоты до f = 60...80 МГц и применения пространственно-разнесенного приема сигналов на несколько антенн ($n \geq 4$) известен [2, 3].

Результаты анализа помехоустойчивости таких ССС показали [2], что достижение вероятности ошибочного приема информационных символов ($P_{ош}$) не хуже допустимого значения $P_{ОШ} \leq P_{ОШ\,ДОП} = 10^{-5}$ возможно при условии, что на выходе каждой ветви разнесения (т. е. входе каждого ПРМ) реализуется энергетическое отношение сигнал/шум h^2 = 60 (т. е. 18 дБ). При этом реализовать такое отношение С/Ш при снижении f_0 с 1 ГГц до 80...60 МГц возможно за счет одновременного уменьшения скорости передачи (в 13...70 раз) и увеличения диаметра параболической приемной антенны (в 4...2 раза).

Однако в диапазоне f_0 = 50...100 МГц используются другие типы антенн (спиральные, волновой канал и т. п.), а снижение скорости передачи в ССС нежелательно. Поэтому целесообразно определить иные пути достижения $h^2 = 60$. Для этого представляется необходимым разработать методику энергетического расчета спутниковой радиолинии космический аппарат (КА) — земная станция (ЗС) при использовании в ССС пониженных частот (f_0 = 50...100 МГц) для выявления возможностей практической реализации предложенного способа на космическом аппарате.

Целью статьи является оценка возможностей практической реализации ССС на участке космический аппарат — земная станция при работе на пониженных частотах для получения заданного значения энергетической скрытности.

Для достижения поставленной цели сначала проанализируем выражение для реализуемого энергетического отношения С/Ш на входе ПРМ ССС, которое в случае передачи простых сигналов (т. е. с базой $B_s = T_s \Delta F_0 = 1$, где T_s и ΔF_0 — длительность и ширина спектра сигналов) можно записать в виде [1]

$$h^2 = \frac{E_r}{N_0} = \frac{P_r}{P_0} = \frac{P_t G_t \eta_t G_r \eta_r W_0^2 W_{\text{п}}^2}{P_0} = 60 \ (18 \text{ дБ}). \qquad (1)$$

Здесь $E_r = P_r T_s$ — энергия принимаемого сигнала с мощностью P_r и длительностью T_s;

$N_0 = P_0 / \Delta F_0$ — спектральная плотность мощности P_0 шума (помех) на входе ПРМ в полосе сигнала ΔF_0;

P_t — мощность сигнала на выходе передатчика (ПРД);

$G_{t,r}$ — коэффициенты усиления (КУ) передающей (t) и приемной (r) антенн;

$\eta_{t,r}$ — коэффициенты полезного действия (КПД) фидеров передающей (t) и приемной (r) антенн;

$W_0^2 = \lambda_0 / 4 \pi z_0$ — множитель ослабления волны с длиной λ_0 в свободном пространстве на расстоянии z^0;

$W_{\text{п}}^2 \le 1$ — коэффициент поглощения энергии волны в ионосфере.

Известно [11] несколько типов методик энергетического расчета спутниковых радиолиний на традиционных частотах $f_0 \approx 0...10$ ГГц. Наиболее известной является методика 1-го типа, которая сводится к анализу выполнения условия превышения $h^2 > h^2_{\text{доп}}$ реализуемого отношения С/Ш на входе ПРМ ССС (h^2) над минимально необходимым (допустимым) значением ($h^2_{\text{доп}}$ = 10...20 дБ) при заданных параметрах передатчика (P_t), антенн (G_t, η_t и G_t, η_r) и высоте орбиты космического аппарата ($H_{\text{ка}}$). Согласно [11] условие $h^2 > h^2_{\text{доп}}$ выполняется при традиционных значениях несущих частот $f_0 \approx 0...10$ ГГц и типовых параметра существующих ССС (с высотой

орбиты $H_{ка} \approx 40$ тыс. км): $P_t \approx 20$ Вт; $G_t \approx 20$ дБ; $G_r \approx 40$ дБ; $\eta_t \approx -0{,}5$ дБ, $W_0^2 \approx -200$ дБ; $W_п^2 \approx 0{,}1$ дБ; $P_0 \approx -150$ дБ.

Методика 2-го типа сводится к определению технических параметров средств радиосвязи (мощности передатчика P_t или КУ приемной антенны G_r) при заданном КУ передающей антенны (G_t) и отношении С/Ш на входе ПРМ ССС ($h^2 = h^2_{зад}$) с известной высотой орбиты космического аппарата ($H_{ка}$).

Для достижения поставленной цели необходимо разработать методику энергетического расчета спутниковой радиолинии 2-го типа для диапазона пониженных частот $f_0 \approx 50...100$ МГц. В соответствии с формулой (1) она сводится к следующим этапам:

1. На основе анализа помеховой обстановки в точке приема определить мощность шума на входе ПРМ (P_0).
2. Определить дальность связи z^0 и множитель ослабления поля в свободном пространстве W_0.
3. Определить множитель ослабления на трассе $W_т$.
4. При заданных значениях ряда параметров (например, G_t, $\eta_{t,r}$ и $h^2_{зад} = 18$ дБ) определить мощность ПРД КА P_t (при фиксированном G_r) или коэффициент усиления приемной антенны ЗС G_r (при фиксированной P_t).

Рассмотрим подробнее содержание этих этапов.

1. Анализ помеховой обстановки в точке приема для радиолинии КА ЗС на частоте $f_0 \approx 50...100$ МГц показывает, что полная (суммарная) эквивалентная шумовая температура приемной системы (T^{Σ}) определяется шумовыми температурами индустриальных помех ($T^{И}$), космического пространства ($T^{К}$) и приемника $T^{ПРМ} = [T_0 (N - 1)]$. Поэтому мощность шума на входе ПРМ описывается выражением вида

$$P_0 = k_Б T_\Sigma \Delta F_0 = k_Б \Delta F_0 \left[\eta_r \left(T_и + T_к\right) + T_0 \left(N - 1\right)\right], \qquad (2)$$

где $k_б$ — постоянная Больцмана;
$T_0 = 290°$;
N — коэффициент шума приемника.

2. Множитель ослабления поля в свободном пространстве W_0 зависит от дальности спутниковой связи, которая определяется по формуле [11]:

$$z_{0[км]} = \sqrt{\left(H_{ка} + R_з\right)^2 + R_з^2 - 2\left(H_{ка} + R_з\right) R_з \cos\psi}, \qquad (3)$$

где $R_з = 6\,370$ км — радиус Земли;
ψ — угол, проведенный из центра Земли, между направлениями на ЗС и КА.

Для ориентировочных расчетов можно считать, что для геостационарных ($H_{ка}$ = 36 000 км) и высокоэллиптических ($H_{ка}$ = 40 000 км) КА справедливо соотношение $H_{ка} >> R_{з}$, при котором $z_0 \approx H_{ка}$. Поэтому множитель ослабления поля в свободном пространстве W_0 при дальности спутниковой связи $z_0 \approx H_{ка}$ определяется по формуле

$$W^2_{0\ дБ} = 20\lg\left(\frac{\lambda_0}{4\pi H_{ка}}\right) = 20\lg\left(\frac{c}{4\pi f_0 H_{ка}}\right). \qquad (4)$$

Анализ графиков на рисунке 1, построенных согласно (4), позволяет сделать следующие выводы:

а) переход ССС с традиционных частот ($f_0 \div$ 1 ГГц) на пониженные частоты (f_0 = 50 + 100 МГц) позволяет уменьшить множитель ослабления волн в свободном пространстве W_0^2 примерно на 25 дБ при любой высоте орбиты КА;

б) переход от высокоэллиптических $H_{ка} \approx$ 40 000 км) и геостационарных ($H_{ка} \approx$ 36 000 км) орбит КА к средневысотным ($H_{ка} \approx$ 10 000 км) и низковысотным ($H_{ка} \approx$ 1 000 км) позволяет дополнительно уменьшить W_0^2 на 15 дБ и 36 дБ соответственно.

3. Анализ множителя ослабления на трассе (W_m^2) распространения радиоволн (РРВ) от КА до ЗС показывает [11], что при использовании обычных частот f_0 = 1...30 ГГц он определяется поглощением в тропосфере $W_т^2 \approx W_{п(тр)}^2$), а при использовании пониженных частот (f_0 = 50 ÷ 100 МГц) — поглощением в ионосфере ($W_т^2 \approx W_п^2$).

Поглощение радиоволн в ионосфере $W_п^2$ оценивается по графику (рис. 2), приведенному в [2]. В диапазоне 60...100 МГц множитель $W_п^2$ даже в случае низких углов возвышения приемной антенны (β = 5°) не превышает значения 5,4 дБ.

4. Мощность бортового ретранслятора P_1 (Вт) при фиксированном КУ приемной антенны (G_r) определяется согласно (1, 2) по формуле:

$$P_t = \frac{k_Б \cdot B \cdot T_\Sigma \cdot h^2_{зад}}{\eta_t \cdot G_t \cdot W_0^2 \cdot W_т^2 \cdot G_r \cdot \eta_r} \approx \frac{k_Б \cdot B \cdot \left[\eta_r \cdot \left(T_и + T_к\right) + T_0\left(N-1\right)\right] \cdot h^2_{зад}}{\eta_t \cdot G_t \cdot W_0^2 \cdot W_п^2 \cdot G_r \cdot \eta_r}\ . \qquad (5)$$

Коэффициент усиления антенны ЗС при фиксированной мощности ПРД КА (P_1) определяется согласно (6) как

$$G_r = \frac{k_Б \cdot B \cdot T_\Sigma \cdot h^2_{зад}}{P_t \cdot \eta_t \cdot G_t \cdot W_0^2 \cdot W_т^2 \cdot \eta_r} \approx \frac{k_Б \cdot B \cdot \left[\eta_r \cdot \left(T_и + T_к\right) + T_0\left(N-1\right)\right] \cdot h^2_{зад}}{P_t \cdot \eta_t \cdot G_t \cdot W_0^2 \cdot W_п^2 \cdot \eta_r} \qquad (6)$$

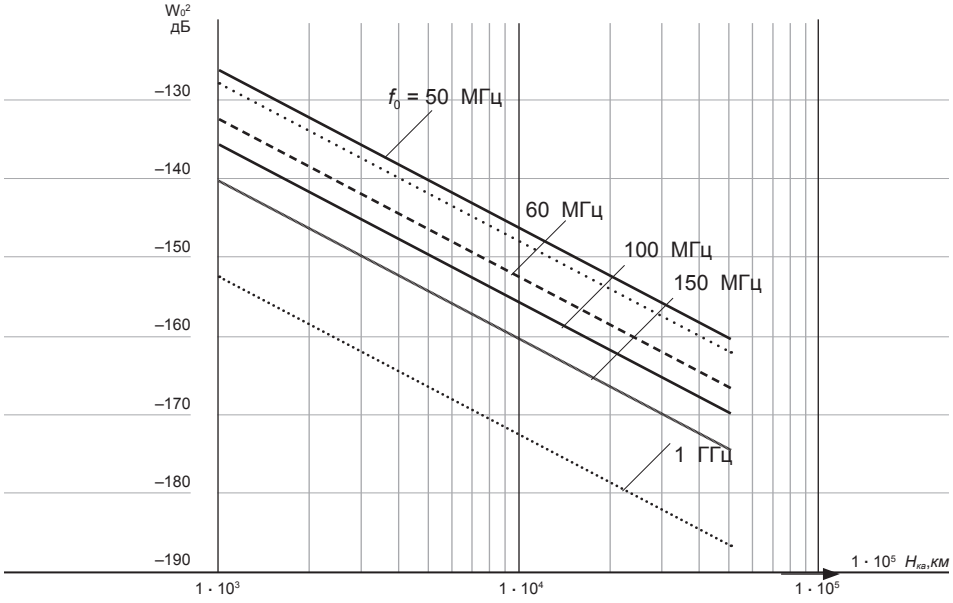


Рис. 1. Зависимость множителя ослабления в свободном пространстве от высоты КА и частоты волны (f_0 = 50 МГц…1 ГГц).

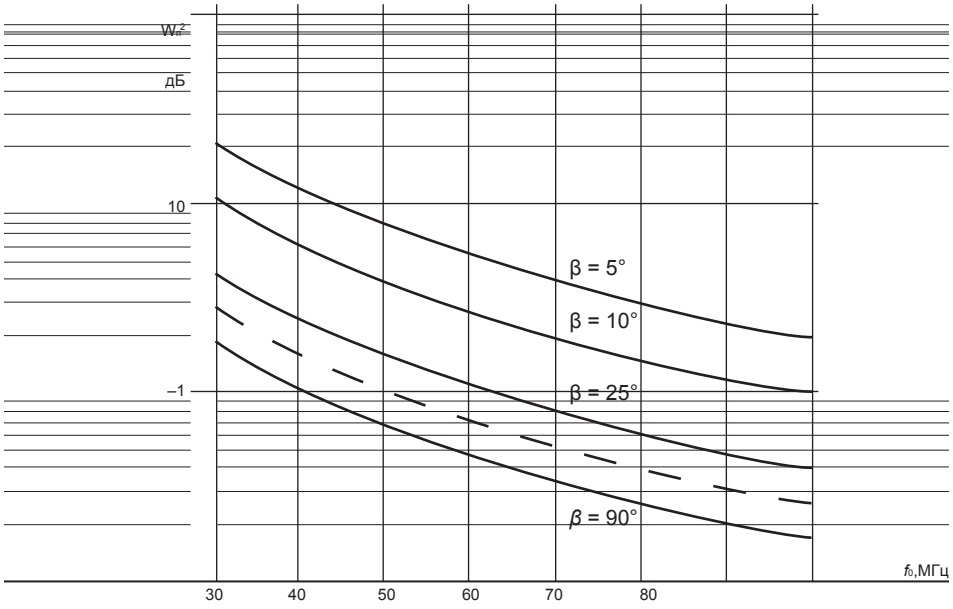


Рис. 2. Зависимость множителя поглощения ионосферы от несущей частоты и угла возвышения приемной антенны.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА МОЩНОСТИ БОРТОВОГО ПРД КА

$H_{ка(км)}$	G_t	G_r	$T_{\sum(к°)}$	P_0 (Вт)	$W_п^2$	W_0^2	P_t (Вт)
4·104	10 10 дБ	31,6 15 дБ	2853 44,6 дБ	$4 \cdot 10^{-19}$ –184 дБ	0,45 –3,5 дБ	10^{-16} –160 дБ	2614 34,2 дБ
104	10 10 дБ	31,6 15 дБ	2853 44,6 дБ	$4 \cdot 10^{-19}$ –184 дБ	0,45 –3,5 дБ	$1{,}6 \cdot 10^{-15}$ –148 дБ	163,4 22,1 дБ
103	10 10 дБ	31,6 15 дБ	2853 44,6 дБ	$4 \cdot 10^{-19}$ –184 дБ	0,45 –3,5 дБ	$1{,}6 \cdot 10^{-13}$ –128 дБ	1,63 2,1 дБ

Приведем пример расчета мощности ПРД КА (P_1) на пониженной частоте согласно (1–5) при следующих исходных данных: 1) несущая частота f = 60 МГц; 2) коэффициент усиления передающей антенны КА G_t = 10 дБ (антенна «волновой канал» длиной $L_A \approx 8$ м); 3) коэффициент усиления приемной антенны ЗС G_r = 15 дБ (фазированная антенная решетка (ФАР) из четырех антенн «волновой канал» длиной $L_A \approx 8$ м, расстояние между антеннами $d_A \approx 2{,}5$ м); 4) КПД волноводного тракта η_t = 0,9; 5) высота орбиты КА — $H_{ка}$ = 40000 км, 10 000 км и 1 000 км; 6) полоса пропускания приемника B = 40000 Гц; 7) коэффициент шума приемника N = 15; 8) требуемое отношение сигнал/шум на входе приемника $h^2_{зад}$ = 18 дБ; 9) КПД антенно-фидерного тракта на приеме η_r = 0,5.

Результаты расчета P_t согласно (5) представлены в таблице.

Ее анализ показывает, что для достижения требуемого отношения С/Ш ($h^2_{зад}$ = 18 дБ) при работе ССС на пониженной частоте f_0 = 60 МГц и использовании типовых для диапазона метровых волн (МВ) антенн «волновой канал» (одиночной на КА и счетверенной на ЗС) с коэффициентами усиления (КУ) G_r = 10 дБ и G_t = 15 дБ необходимо использовать бортовые ПРД с очень малой мощностью излучения P_t = 1,63 Вт для низковысотного КА ($H_{ка} \approx 1\,000$ км), средней мощности P_t = 163,4 Вт для средневысотных КА ($H_{ка} \approx 10\,000$ км) и большой мощности P_t = 2614 Вт для высокоэллиптических ($H_{ка} \approx 40\,000$ км) КА.

Отсюда следует, что применение в диапазоне пониженных частот (f_0 = 60 ÷ 70 МГц) передающей и приемной антенн типа «волновой канал» с КУ, ограниченными значениями $G_t \le 10$ дБ и $G_t \le 15$ дБ (при которых их массогабаритные показатели остаются относительно небольшими: $L_A \approx 8$ м), позволяет реализовать требуемое (1) отношение С/Ш на входе ПРМ ЗС $h^2_{зад}$ = 18 дБ при использовании КА с низкими и средними орбитами. В этих случаях требуются ПРД с мощностями P_t = 1,63 Вт и P_t = 163,4 Вт, которые легко реализуются в диапазоне МВ. При использовании высокоорбитальных КА

требуются бортовые ПРД с мощностью $P_t = 2614$ Вт. Такие мощности излучения бортовых ПРД в диапазоне МВ без существенного роста массогабаритных показателей принципиально возможно реализовать за счет применения транзисторов с использованием методов сложения мощностей.

Выводы.

Таким образом, разработана методика энергетического расчета радиолинии КА – ЗС на пониженных частотах ($f_0 = 60 \div 70$ МГц) согласно выражениям (1–6). Результаты этой методики указывают на то, что по сравнению с традиционным диапазоном частот ($f_0 \approx 1...10$ ГГц) имеют место следующие особенности: 1) увеличение мощности шума на входе ПРМ ЗС (и P_0) на величину порядка 30 дБ из-за повышения шумовых температур, обусловленных индустриальными ($T_и$) и космическими ($T_к$) помехами; 2) незначительное увеличение поглощения сигнала в ионосфере $W_п^2$ (на несколько дБ); 3) уменьшение ослабления сигнала в свободном пространстве W_0^2 на 25 дБ при любой высоте орбиты КА.

Отсюда следует, что при переходе ССС в диапазон пониженных частот увеличение мощности шума и ионосферного поглощения в значительной мере компенсируется уменьшением ослабления в свободном пространстве и возможностью реализации в диапазоне МВ мощности ПРД КА Pt ~ 10^3 Вт. Эти факторы определяют возможность практической реализации требуемого отношения С/Ш на входе ПРМ $h^2 = 60$ (18 дБ) ССС, использующих пониженные частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сенокосова А.В., Солчатов М.Э., Стрекалов А.В., Чипига А.Ф.** Математическая модель ионосферы для оценки поглощения радиоволн в системах космической связи // Инфокоммуникационные технологии. 2006. Т.4. №1. С. 77–82.
2. **Чипига А.Ф., Сенокосова А.В.** Защита информации в системах космической связи за счет изменения условий распространения радиоволн // Космические исследования. 2007. Т. 45. №1. С. 59–66.
3. Чипига А. Ф., Сенокосова А. В. Способ обеспечения энергетической скрытности систем спутниковой связи // Космические исследования. 2009. Т. 47. №5. С. 428–433.
4. **Пашинцев В.П., Чипига А.Ф., Сенокосова А.В., Дагаев Э.Х.** Качественный анализ процесса распространения радиоволн через ионосферу с учетом поглощения и многолучевости принимаемого сигнала // Вестник Северо-Кавказского государственно технического университета. 2010. №4(25). С. 103–108.
5. **Чипига А.Ф.** Оценка влияния поглощающих свойств ионосферы и ее неоднородностей на среднюю энергию сигнала на входе приемника спутниковой связи [текст] / А.Ф. Чипига, В.А. Шевченко, А.В. Сенокосова, Э.Х. Дагаев // Вестник Северо-Кавказского государственно технического университета. 2011. №1 (25). С. 24–32.
6. **Чипига А.Ф., Шевченко В.А., Сенокосова А.В., Дагаев Э.Х.** Математи-

ческая модель трансионосферного канала с учетом поглощения и многолучевости принимаемого сигнала // Вестник Северо-Кавказского государственно технического университета. 2011. № 1(25). С. 32–40.

7. **Чипига А.Ф., Сенокосова А.В.** Метод защиты конфиденциальной информации в перспективных системах космической связи // Материалы I Международной НТК «Инфотелекоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании». Ставрополь: СевКавГТУ, 2004, С. 213–214.
8. **Чипига А.Ф., Сенокосова А.В.** Системный анализ возможности построения новой математической модели космического канала связи // Материалы I Международной НКТ «Инфотелекоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании». Ставрополь: СевКавГТУ, 2004. С. 217–218.
9. **Чипига А. Ф., Сенокосова А.В., Алексеев Д.В., Бессмертный Ю.М., Барышев А.Н.** Повышение помехозащищенности систем спутниковой связи за счет понижения несущей частоты и разнесенного приема // Сборник трудов Международной НПК «Информационные технологии в образовании, науке и производстве». Ч. 2. Серпухов, 2010. С. 346–348.
10. **Пашинцев В.П., Чипига А.Ф., Сенокосова А.В., Дагаев Э.Х.** Метод оценки энергетической скрытности систем спутниковой связи с пониженной частотой // Сборник трудов XVI Международной НТК «Радиолокация, навигация связь». Т. 3. Воронеж, 2010. С. 2414–2421.
11. **Мешалкин В.А., Сосунов Б.В.** Основы энергетического расчета радиоканалов. Л.: ВАС, 1991. 110 с.

ОБ АВТОРЕ

Чипига Александр Федорович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат технических наук, профессор, директор Института информационных технологий и телекоммуникаций. zik@ncstu.ru.

Chipiga Alexander Fedorovich, candidate of Engineering Sciences, professor, director of The Institute of Information Technologies and Telecommunications, North-Caucasus Federal University. zik@ncstu.ru.

УДК 621.891

И. А. Пинахин [I. A. Pinahin],
М. А. Ягмуров [M. A. Yagmurov]

МЕТОД ОБЪЕМНОГО ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Method volume pulsed lazer processing materials

В статье рассматриваются результаты исследований влияния метода объемного импульсного лазерного упрочнения на режущие инструменты. Полученные результаты позволяют констатировать эффективность применения объемного импульсного лазерного упрочнения.

Results of influence studies of raising toughness of cut instruments are considered in the article by the method of volume pulsed lazer toughness. Tinned results allow a to handle effective of volume pulsed lazer toughness.

Ключевые слова: упрочнение режущих инструментов, черновая обработка, импульсная лазерная обработка, твердые сплавы, изнашивание.
Key words: hard alloy, toughness of cutting instruments, quick-and-dirty processing, pulsed lazer processing, wearing.

Затраты при эксплуатации изделий в значительной степени зависят от физико-механических свойств материалов, для повышения которых применяются различные методы упрочнения. При этом более эффективными являются методы, которые позволяют улучшать физико-механические свойства материалов по объему. К таким методам относится метод объемного импульсного лазерного упрочнения (ОИЛУ), разработанный в Северо-Кавказском федеральном университете с использованием лазера ГОС1001.

Объемное импульсное лазерное упрочнение осуществляется путем локального облучения лазерным лучом. Суть метода заключается в следующем. Короткий импульс лазерного излучения с высокой плотностью мощности направляется на поверхность обрабатываемого материала. Материал адиабатически нагревается до температуры в несколько десятков тысяч градусов, что приводит к превращению паров материала в плазму. В результате очень быстрого нагрева и испарения поверхностного слоя материала в глубь его начинает распространяться ударная упругая волна. Крутизна фронта ударной волны зависит от крутизны переднего фронта лучевого импульса. Прохождение этой ударной волны и обусловливает объемное упрочнение материала, т. е. в основе метода лежит механическое воздействие волны на материал (рис. 1).

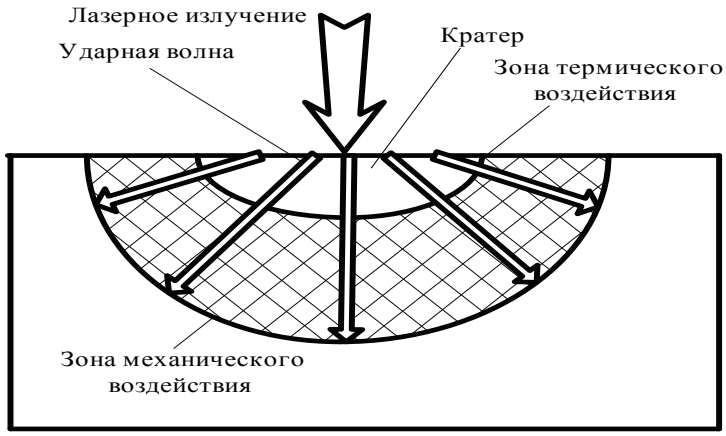


Рис. 1. Схема процессов, развивающихся в материале при ОИЛУ.

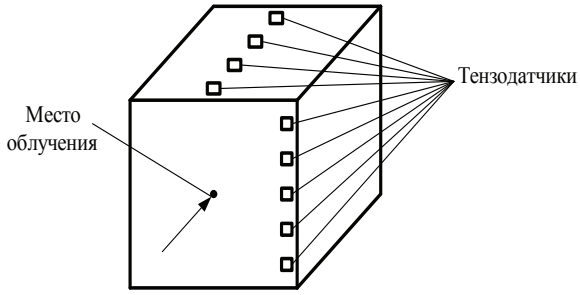


Рис. 2. Схема расположения датчиков на образце

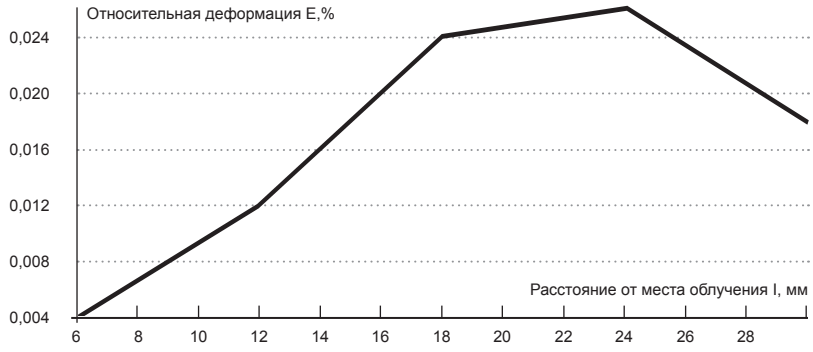
Прохождение ударной волны по объему материала вследствие ОИЛУ подтверждается результатами тензометрии (рис. 3) и рентгеноструктурного анализа (рис. 4).

На рисунке 2 приведена схема расположения тензорезисторов на поверхности образца из твердого сплава Т5К10 и место облучения. Тензорезисторы наклеивались цепочками, состоящими из 4 и 5 штук с базой 1 мм и шагом 6 мм, в продольном и поперечном направлении предполагаемого движения ударной волны. Обработка результатов проводилась при помощи системы LabVIEW.

Как видно из рисунка 3, наблюдается деформация образца после воздействия луча лазера, что является следствием прохождения ударной волны.

Из анализа рисунка 4 следует, что вследствие влияния импульсного лазерного воздействия происходит увеличение ширины рентгеновских дифракционных линий карбида вольфрама. Подобная картина наблюдалась при исследовании влияния ОИЛУ на другие фазовые составляющие твердых сплавов и быстрорежущих сталей (1). Качественный характер кривых оди-

а)



б)

Рис. 3. Зависимость величины относительной деформации от расстояния от места облучения (плотность мощности облучения $3{,}6 \cdot 10^{13}$ Вт/м^2:
а — продольное направление;
б — поперечное направление).

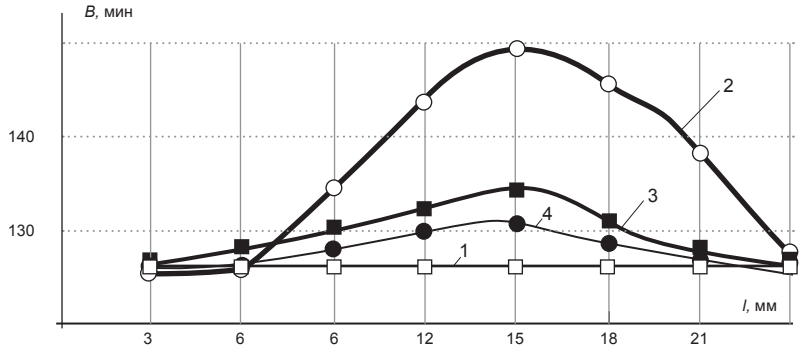


Рис. 4. Изменение ширины линий карбида вольфрама по длине образца твердого сплава Т5К10 при разных значениях энергии облучения:
1 — исходные образцы; *2* — 200 Дж; *3* — 300 Дж; *4* — 100 Дж.

наков: это кривые с экстремумом. Экстремум находится на расстоянии 12–18 миллиметров от места воздействия лазерного луча.

В настоящее время известен метод импульсной лазерной обработки, которая подразумевает поверхностное упрочнение материалов с использованием лазеров импульсного действия (2). При этом поверхность материала многократно облучается со следующими режимами: энергия импульса более 100 Дж; длительность импульса $10 \cdot 10^{-9} – 30 \cdot 10^{-9}$ с; плотность мощности импульса $10^{13} – 10^{14}$ Вт/м^2. Наш метод в первую очередь отличается длительностью ($0{,}8 \cdot 10^{-3}$ с) и энергией (200–400 Дж) импульса и позволяет при однократном воздействии получать локальное объемное упрочнение материала (до 30 миллиметров от места воздействия луча лазера). Нами проведены работы по изучению влияния ОИЛУ на быстрорежущие стали и твердые сплавы, которые показали повышение их прочности в среднем в 1,2 раза и износостойкости в среднем в 1,35 раза. В результате производственных испытаний, проведенных на ряде предприятий России и Украины (Ковровский завод им. Дегтярева; ПО «Волгоцеммаш», г. Тольятти; Новокраматорский машиностроительный завод, Украина; Ставропольский завод поршневых колец — ОАО «Стапри» и др.), было получено повышение стойкости режущих инструментов, прошедших ОИЛУ по сравнению с неупрочненными инструментами, в 1,6–2,5 раза. При этом после переточки эффект упрочнения сохранялся.

Согласно имеющимся результатам можно констатировать, что в результате лазерного облучения и прохождения ударной волны происходит пластическое воздействие на материал, которое сопровождается увеличением плотности дислокаций. Понятно, что физические явления, которые сопровождают процесс, гораздо сложнее. Для более полного понятия механизма упрочнения необходима совместная работа специалистов разных профилей. Явления, которые происходят в зоне прохождения ударной волны, можно отнести к экстремальным. Как известно, к экстремальным относятся: высокое давление, напряженно-деформированное состояние материала, большие деформации и скорости деформаций, а также состояние вещества, характеризующееся высокой концентрацией энергии. Материал при облучении подвергается интенсивной пластической деформации под действием образующейся ударной волны. При таких условиях пластичность материалов значительно возрастает и даже у карбидов может повышаться предел пластичности. Кроме того, скорости деформации при прохождении ударной волны очень велики. Гораздо выше, чем принятые при стандартных испытаниях или условиях работы. Деформации приводят к образованию и движению дислокаций с выделением свободных электронов. Зона скопления деформаций, препятствуя дальнейшему движению, будет являться зоной высокой концентрации энергии. Ударная волна несет с собой локальное электрическое поле, что ослабляет атомные связи и приводит к более динамичному изменению структуры. Поэтому процесс ОИЛУ можно рассматривать и как совокупность механических, физических и химических явлений.

Попробуем методологически рассмотреть процесс ОИЛУ, как цепь последовательно проходящих этапов.

На первом этапе происходящие процессы являются термодинамическими. Они связаны с образованием ударной волны.

Второй этап можно рассматривать как механический. Он заключается в прохождении ударной волны с деформацией составляющих материала.

Третий этап есть совокупность сложных физико-химических процессов, которые инициируются прохождением ударной волны, несущей локальное электрическое поле. К ним относятся образование и движение дислокаций, появление вакансий, свободных электронов, радикалов и т. п. Этот этап и связан с изменением физико-механических свойств материала.

В настоящее время проводятся работы по определению режимов ОИЛУ для упрочнения конструкционных материалов. Так, например, получены положительные результаты воздействия ОИЛУ на армко-железо. В результате обработки ОИЛУ в структуре армко-железа наблюдается дробление исходных зерен на более мелкие фрагменты, повышается микротвердость. Полученные ранее результаты рентгенофазового анализа быстрорежущих сталей показали, что в них после ОИЛУ происходит выделение углерода из решетки мартенсита. В то же время, как известно, армко-железо практически не содержит углерод и полученные в нем изменения вследствие ОИЛУ позволяют считать, что предлагаемый нами метод можно использовать для упрочнения конструкционных материалов, в том числе малоуглеродистых сталей.

Таким образом, ОИЛУ позволяет повышать физико-механические свойства инструментальных материалов (прочность, износостойкость и др.) по объему, а также применение рассматриваемого метода в перспективе возможно и для конструкционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Пинахин И. А.** Объемное импульсное лазерное упрочнение режущих инструментов. Твердые сплавы. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG., 2012. 122 с.
2. **Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И.** Технологические процессы лазерной обработки. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2006. 246 с.
3. **Яресько С. И.** Физические и технологические основы упрочнения твердых сплавов. Самара: изд-во Самарского научного центра РАН, 2006. 244 с.

ОБ АВТОРАХ

Пинахин Игорь Александрович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии машиностроения и технологического оборудования». pinahin_ia@ncstu.ru.

Ягмуров Михаил Алексеевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», студент. myagmurov@gmail.com

Pinahin Igor Aleksandrovich, candidate of Science in Technical, associate Professor of the Engineering Technology and Technological machines North-Caucasian Federal University Stavropol. pinahin_ia@ncstu.ru

Yagmurov Mihail Alekseevich, student North-Caucasian Federal University. myagmurov@gmail.com

УДК 691.5

В. В. Шишкин [V. V. Shishkin],
С. В. Скориков [S. V. Skorikov],
А. В. Акиншина [A.V. Akinshina]

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСПЕРСНОАРМИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Possibilities of fibre-reinforced cement composites using to restore the water supply pipeline

В статье предложен общий подход к проектированию состава фибробетонной смеси, используемой для нанесения ремонтного покрытия на внутреннюю поверхность трубопровода. Даны рекомендации о возможности использования при его восстановлении определенного типа фибровых волокон.

General approach to the design of the composition of the fibrous mixtures, of a kind used for the application of maintenance of the coating on the inner surface of the pipe, is given in the article. Recommendations are given on the opportunities to use a certain type of fiber when restoring.

Ключевые слова: фибробетон, трубопровод, покрытие, базальтовая фибра, микроармирование.
Key words:
fibrous concrete, pipeline, coating, basalt fiber, fibrous reinforcement.

Трубопроводные системы — неотъемлемая часть инфраструктуры современных городов, а городские водопроводные сети являются не только наиболее функционально значимым элементом систем водоснабжения, но и, как показывает практика эксплуатации, наиболее уязвимым. Общая протяженность наружных и подземных трубопроводов водоснабжения в Российской Федерации составляет более 800 тыс. км. Большая часть сетей выполнена из металлических труб, многие из которых к настоящему моменту полностью выработали свой ресурс; физический износ трубопроводов в среднем по стране приближается к 70–80 % (1).

Одним из перспективных направлений развития приобретающих в последнее время все большую распространенность бестраншейных технологий санации разрушенных трубопроводов является разработка новых композитных материалов и технологий восстановления разрушенных металлических стенок труб. Традиционно подразделяя методы бестраншейного восстановления на две большие группы по характеру используемого ремонтного сырья: жестких ремонтных элементов либо жидких ремонтных смесей — следует отметить высокий потенциал последней группы, обусловленный рядом ха-

рактерных для нее технико-экономических преимуществ, включающих в том числе отсутствие этапа транспортировки готовых элементов и возможность использования в ходе работ местных строительных материалов (2).

Наиболее широко применяющимся жидким ремонтным составом для труб водоснабжения являются смеси на основе цементного вяжущего, остающиеся на сегодняшний день наиболее дешевыми из применяемых материалов. Они обеспечивают эффективную защиту металла трубы от коррозии (выполняя как активную, так и пассивную защитные функции), причем покрытие характеризуется низкой шероховатостью, обеспечивающей высокую пропускную способность восстановленной трубы. Незначительные дефекты покрытия устраняются за счет зарастания их карбонатными отложениями, которые, однако, не накапливаются в покрытой трубе. К недостаткам цементно-песчаных покрытий следует отнести их сравнительно большую (относительно полимерных материалов) толщину. Именно этот фактор выделяется как важнейший из факторов, ограничивающих использование цементных покрытий для восстановления трубопроводов (3).

Перспективным направлением снижения толщины слоя ремонтного покрытия при сохранении равных прочностных характеристик представляется использование микроармирующих компонентов. В некоторых работах ранее описывался характер улучшения свойств дисперсноармированного цементного покрытия; были предложены технологические решения, позволяющие осуществлять нанесение смесей, содержащих волокна, на внутреннюю поверхность труб (4–6). Однако до сих пор не было предпринято попыток сформулировать общие критерии, предъявляемые к используемому волокну и в конечном счете ремонтной смеси, в соотношении с характеристиками восстанавливаемой конструкции. Решение этой задачи и явилось целью настоящей работы.

Отметим, что определение характеристик конструкции, восстановление которой является конечной целью создания рецептуры фибробетонной смеси, сталкивается с рядом затруднений. Не существует достаточно полной классификации восстанавливаемых трубопроводов, позволяющей построить зависимости состава покрытия со значительной точностью; во многом это определяется сложностью создания подобной классификации, в том числе в силу часто различной степени износа трубы даже на участках восстанавливаемого трубопровода сравнительно малой протяженности. Приоритетные функции, выполняемые покрытием после нанесения на внутреннюю поверхность трубопровода, зависят от ряда факторов, прямо или косвенно определяющих его физическое состояние; характер указанных зависимостей в первом приближении может быть отражен следующими положениями:

1. Защитная функция покрытия приоритетна в том случае, когда остаточная толщина стенки трубопровода составляет не менее 85–90 %; такая ситуация возможна для металлических трубопроводов возрастом 1–2 года, проложен-

ных без соответствующей внутренней антикоррозийной защиты. На сегодняшний день ее следует признать редкой, поскольку необходимость изоляционных покрытий, как внутренних, так и внешних, признана повсеместно. В то же время широкое распространение труб, выполненных из различных полимерных материалов, с каждым годом уменьшает объем вновь прокладываемых металлических трубопроводов.

2. Несущая функция покрытия приоритетна в том случае, когда остаточная толщина стенки трубопровода менее 60 %; такая ситуация характерна для стальных трубопроводов без защитных покрытий возрастом более 15 лет.

В промежуточных случаях совместно реализуются **несущая и защитная** функции покрытия. Такая ситуация возможна для трубопроводов возрастом от 5 до 10 лет с достаточным остаточным ресурсом прочности, имеющих незначительные структурные дефекты, остаточная толщина стенки которых составляет не менее 60 %.

Очевидно, что состав применяемой ремонтной смеси для каждого из рассматриваемых случаев и в общем случае для каждого уникального объекта может различаться как по количественным, так и по качественным характеристикам. В то же время задача проектирования ремонтного состава ставит нас перед необходимостью сужения спектра возможных вариантов дисперсного армирования цементно-песчаного покрытия труб.

Принимая рекомендуемый нормативными источниками (7, 8) состав цементной матрицы в качестве исходного, рассматриваемую ремонтную смесь можно охарактеризовать как подвижную смесь с нормой удобоукладываемости П2, класс по прочности не ниже В35 (по СТ СЭВ 1406). Показатель водоцементного отношения рассматриваемого состава (0,3...0,36) близок к нижнему порогу обеспечения доброкачественности мелкозернистого бетона (0,29). Дальнейшее рассмотрение не предполагает внесения каких-либо изменений в состав цементной матрицы и основано на общепринятом положении о том, что свойства фибробетона при заданном составе цементной матрицы определяются видом и качеством применяемых волокон и бетона, их количественным соотношением и во многом зависят от состояния контактов на границе раздела фаз.

На эффективность дисперсного армирования оказывает влияние множество взаимосвязанных факторов. К ним относятся такие факторы, как отношение модулей упругости материалов фибр и матрицы, количество фибр, химическая стойкость материала фибр по отношению к материалу матрицы, геометрические характеристики фибр (длина, диаметр, форма боковой поверхности), соотношение размеров армирующих волокон с размерами неоднородностей структуры матрицы (9). При определении вида используемой фибры следует исходить как из вида конструкции, так и из условий ее

эксплуатации, принятых технических и технологических решений, а также экономической целесообразности.

Окончательное решение вопроса о применении того или иного типа фибр в конкретном случае должно быть принято на основании анализа ряда характеристик различных типов волокон. Однако не все промышленно выпускаемые фибровые волокна могут удовлетворительно применяться при армировании цементных композитов. В дальнейшем рассмотрение многообразия фибровых волокон сужено в силу определенности используемого в покрывающей смеси цементного вяжущего. Наиболее полно поставленным условиям соответствуют такие волокна, как металлические (различные виды стальной фибры), минеральные (стеклянные циркониевые, базальтовые), синтетические (полипропиленовые). Рассмотрим каждый из перечисленных видов фибрового волокна в отдельности.

Стальная фибровая арматура применяется в монолитных железобетонных конструкциях и сборных конструкциях заводского изготовления. Несмотря на широкое многообразие имеющихся типоразмеров стальной фибры, в основном применяемые стальные волокна различной формы имеют Ø 0,2–1,2 мм и длину от 5 до 12 см не могут, в силу различных факторов, удовлетворительно использоваться для создания тонкослойных покрытий (10). Так, экспериментально подтверждено, что диаметр используемого фибрового волокна определяет начальную ширину раскрытия трещин в композите: при использовании стальных фибр Ø 0,3 мм трещины имеют характер местных разрывов, размер их не превышает 1...3 мкм; повышение диаметра волокон до Ø 0,9 мм приводит в тех же условиях к увеличению начальной ширины трещины до 7...10 мкм.

Для стальной фибры возможно получение сверхтонких волокон, однако их обычно изготавливают путем волочения через алмазные фильтры, что, несмотря на высокую прочность и эффективность подобных волокон, обусловливает их чрезмерно высокую стоимость и сужает область их применения. Фибры малых диаметров, изготавливаемые методом резки стальной проволоки, также характеризуются дефицитностью и, как следствие, высокой стоимостью, что делает их применение, в большинстве случаев, экономически нецелесообразным. Кроме того, для фибр такого типа характерна сравнительно низкая степень насыщения бетонных матриц, что ограничивает дальнейшее улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств сталефибробетона.

Следует отметить также, что фибра в бетоне, как правило, достаточно хорошо защищена от коррозии плотным цементным камнем, однако в случае тонкого покрытия, постоянно подвергающегося воздействию агрессивной по отношению к стали среды транспортируемого в трубопроводе продукта, коррозионная стойкость стали может быть подвергнута сомнению.

Базальтовая фибра имеет высокий модуль упругости и хорошие показатели прочности на разрыв. В последние десятилетия разработаны новые технологические решения, позволяющие снизить стоимость изготовления

базальтовой фибры, ввиду чего в настоящее время она составляет достаточно серьезную конкуренцию стальным волокнам (11).

Главной отличительной чертой базальтофибробетона является его высокая прочность для всех видов напряженных состояний и способность переносить большие деформации в упругом состоянии (12). Конструкции из базальтобетона обладают более высокой прочностью и деформативностью, нежели аналогичные конструкции армоцемента с арматурой из стальных сеток, так как армирующее их базальтовое волокно не только превосходит стальные сетки по указанным параметрам, но и обеспечивает более высокую степень дисперсности армирования цементного камня.

Следует отметить, что при твердении цементного камня поверхность тонкого базальтового волокна разрушается. Прочность волокна уменьшается, однако образующиеся раковины повышают прочность сцепления цементного камня и волокна, ввиду чего возрастает и прочность самого изделия. При использовании толстых волокон их прочность не изменяется.

Стеклянные циркониевые тонкие волокна диаметром 8–10 мкм по прочности соответствуют высокоуглеродистой холоднотянутой проволоке, плотность же их в несколько раз меньше. Модуль упругости примерно втрое превышает модуль упругости матрицы. Однако производство тонких волокон и объединение их в комплексные нити требует дорогостоящего оборудования (13). Кроме того, при производстве стекла используется многокомпонентная шихта, что сказывается на стоимости фибр. Для равномерного распределения таких волокон в композиции требуются специальные методы (напыление, контактное формование) и оборудование, повышающие стоимость конструкции.

Полипропиленовые волокна характеризуются надежным сцеплением с бетонной матрицей, однако в то же время им свойственна повышенная деформативность, поскольку модуль упругости таких волокон составляет не более 1/4 модуля упругости бетонной матрицы. В силу сказанного, такие волокна не могут использоваться в качестве эффективной несущей арматуры и применяются, как правило, при дополнительном (конструктивном) армировании, способствующем предотвращению повреждений и выколов в бетоне при транспортировании и монтаже изделий, частичному повышению ударной прочности, сопротивления истиранию и т. д. Вместе с тем в ходе многолетних исследований (14) было установлено, что изделия, армированные полипропиленовыми волокнами, характеризуются значительными деформациями даже при небольших нагрузках растяжения, что объясняется низкой адгезией полипропилена в цементной матрице. Кроме того, такие изделия с течением времени теряют свои прочностные свойства, имеют высокую истираемость поверхности.

Проведенный анализ позволяет рекомендовать для использования в качестве микроармирующего компонента покрывающего состава внутритрубных поверхностей базальтовую фибру. Основные характеристики грубых базальтовых волокон показаны в таблице.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУБЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН

№	Свойства	Значения
1	**Теплофизические**	
	Диапазон рабочих температур, °С	269~700
	Температура плавления, °С	1 050
	Теплопроводность, К/кг	0,03~0,038
2	**Физико-механические**	
	Диаметр волокон, мкм	7~17
	Плотность, кг/м^3	2 600~2 800
	Модуль упругости, кг/мм^2	10 000~11 000
	Предел прочности на разрыв, МПа	4 150~4 800
	Предел прочности на разрыв при тепловом воздействии, % от исходного	
	20 °С	100
	200 °С	95
	400 °С	82
3	**Химическая устойчивость**	
	Потеря массы после трехчасового кипячения в растворе, %	
	HCl, 2H	2,2
	NaOH, 2H	6,0
	H_2O	0,2

Вопросы проектирования состава фиброармированных бетонных смесей подробно рассмотрены в работах (15, 16). Однако предложенные в указанных работах методики проектирования состава фибробетона не могут быть вполне корректно применены для расчета параметров армирования базальтофибробетона ввиду ряда причин:

— базальтовые волокна под действием агрессивной цементной среды реагируют с получением новообразований, образование которых усиливает соединение волокна с цементной матрицей. Вследствие этого механизм разрушения базальтофибробетонного композита отличается от традиционно рассматриваемого и предполагающего последовательное протекание стадий разрушения границ раздела «волокно — матрица» и вытягивания волокон из матрицы. Базальтофибробетон разрушается как единое тело без вырывания волокна из бетонной матрицы;

— традиционно используемый в качестве характеристики фибр параметр не может быть удовлетворительно применен при расчете ввиду изменения длины волокон в процессе изготовления бетонной смеси. Следствием изменения длины введенных базальтовых грубых волокон является непостоянство объемной концентрации волокон.

Необходимая корректировка расчетных методик может быть выполнена на основе экспериментального анализа средней длины и распределения длин введенного в смесь базальтового волокна. При этом следует учитывать существенное влияние характера технологического воздействия на указанные параметры волокон.

Таким образом, при сохранении рекомендуемых нормативными документами для изготовления внутренних покрытий трубопроводов водоснабжения вида вяжущего и состава цементной матрицы базальтовое волокно является наиболее перспективным микроармирующим компонентом покрытия. Ряд особенностей базальтового волокна, обусловливающих перспективность его использования, требуют в то же время переосмысления и совершенствования существующих методик проектирования состава фибробетонных смесей на основе экспериментальных данных, учитывающих специфические технологические условия формирования внутритрубных покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Жилищное хозяйство** и бытовое обслуживание населения в России. 2010: статистический сборник / Росстат. М., 2010. 326 с.
2. **Рыбаков А. П.** Основы бестраншейных технологий (теория и практика). М.: ПрессБюро № 1, 2005. 304 с.
3. **Давыденко О. В.** Анализ практики восстановления трубопроводов путем формирования покрытий // Техника и технология: новые перспективы развития: материалы IV Международной научно-практической конференции. М., 2011. С. 39–41.
4. **Патент 2451870 РФ.** Способ покрытия трубопровода и устройство для его осуществления / В. В. Шишкин, О. В. Давыденко; заявл. 01.02.10; зарег. 27.05.12.
5. **Акиншина А. В. Усовершенствованный метод восстановления трубопроводов с использованием фиброволокна** // Сборник конкурсных работ Всероссийского смотра-конкурса научно-технического творчества студентов высших учебных заведений «Эврика–2009», г. Новочеркасск, декабрь 2009 г. / **Мин-во** образования и науки РФ, **Юж**.-**Рос**. **гос**. **техн**. ун-т (НПИ). Новочеркасск: Лик, 2010.
6. **Давыденко О. В.** Применение фиброцементных композиций при восстановлении трубопроводов // Актуальные вопросы современной техники и технологии: сборник докладов II Международной научной заочной конференции (Липецк, 2 октября 2010 г.) / под ред. А. В. Горбенко, С. В. Довженко. Липецк: Издательский центр «Де-факто», 2010. С. 251–253.
7. **МГСН 6.01–03.** Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования. Введ. 03.08.2004 // Вестник Мэра и Правительства Москвы. 2004. № 49.
8. **Пособие** по защите внутренней поверхности стальных труб от коррозии (к СНиП 2.04.02–84). М.: Центральный институт типового проектирования, 1985.
9. **Баженов Ю. М.** Технология бетона. М.: Изд-во АСВ, 2002. 500 с.
10. **Моргун Л. В.** Эффективность применения фибробетона в современном строительстве // Строительные материалы. 2002. № 23. С. 16–17.
11. **Новицкий А. Г., Ефремов М. В.** Особенности получения непрерывного химически стойкого базальтового волокна // Хімічна промисловість України. 2003. № 1. С. 24–27.

12. **Канаев С. Ф.** Базальтофибробетон на грубых базальтовых волокнах. Обзор. М.: НПО «Композит», 1990.
13. **Стеклофибробетон и конструкции из него.** Серия «Строительные материалы». Вып. 5. ВНИИНТПИ, М., 1991.
14. **Новицкий А. Г., Ефремов М. В.** Аспекты применения базальтовой фибры для армирования бетонов // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Вып. 36. 2010.
15. **Пухаренко Ю. В., Ковалева А. Ю.** Вопросы и решения в проектировании состава фибробетона / Alitinform // Международное аналитическое обозрение: цемент, бетон, сухие строительные смеси. 2009. № 1 (8). С. 50–55.
16. **Донг Ким Хань.** Особенности технологии фибробетона для восстановления гидротехнических сооружений Вьетнама // Вестник гражданских инженеров. СПб., 2009. № 1(18). С. 56.

ОБ АВТОРАХ

Шишкин Виктор Васильевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор технических наук, старший научный сотрудник межкафедральной Лаборатории комплексных исследований материалов, конструкций и механизмов Института строительства, транспорта и машиностроения.

Скориков Савва Викторович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат технических наук, доцент кафедры строительства Института строительства, транспорта и машиностроения.

Акиншина Алина Владимировна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», магистрант.

Shishkin Viktor Vasil'evich, North-Caucasian Federal University, Institute of Construction, transport and engineering, Laboratory of complex studies of materials, structures and mechanisms Senior Researcher, Doctor of technical sciences.

Skorikov Savva Viktorovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Construction, transport and engineering, Department of Construction, candidate of technical sciences, associate professor.

Akinshina Alina Vladimirovna, North-Caucasian Federal University, Institute of Construction, transport and engineering, master.

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2013

УДК 621.391

М. Г. Бабенко [M. G. Babenko],
Н. Н. Вершкова [N. N. Vershkova],
Н. Н. Кучеров [N. N. Kucherov

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ПОСТРОЕНИЮ АРИФМЕТИЧЕСКИХ СОПРОЦЕССОРОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИПТОГРАФИИ[1]

Analysis approaches to construction of arithmetic coprocessors for problems of elliptic cryptography

В статье проводится анализ методов нахождения остатка по большому простому модулю и описывается разработанный авторами алгоритм выполнения операции нахождения остатка по большому простому модулю в системе остаточных классов с использованием приближенного метода выполнения немодульных операций.

The article analyzes the methods of finding residue on a large prime modulus and describes an algorithm developed by the authors of the operation to find the residue of a large simple module in the system of residual classes using the approximate method of performing non-modular operations.

Ключевые слова: приближенный метод, система остаточных классов, эллиптическая кривая.
Key words: approximate method, system of residual classes, elliptic curve

В современном информационном обществе важную роль играет информация. От степени её защищенности зависят жизнь людей и безопасность государства. Одним из способов защиты информации является применение криптографических протоколов, построенных на точках эллиптической кривой. Эллиптическая кривая позволяет получить самый высокий уровень защищенности информации при равном размере ключа по сравнению с другими криптосистемами, построенными над полями Галуа, такими как RSA, Месси-Омура, Эль-Гамаля и др.

1 Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12–07–31087-мол_а.

Однако уязвимым местом криптосистем, построенных на точках эллиптических кривых, является скорость выполнения арифметических операций «удвоения» и «сложения» точек. Для выполнения операций «сложения» и «удвоения» точек эллиптической кривой в аффинной системе координат требуются дорогостоящие операции «нахождения остатка по большому простому модулю» и вычисления «инверсии» в конечном поле. Использование проективных координат позволяет избежать вычисления операции «инверсия» в конечном поле, однако возникает проблема с операцией нахождения остатка от деления по большому простому модулю. С учетом всего вышесказанного актуальность приобретает следующая научная задача: разработка алгоритма выполнения операции нахождения остатка по большому простому модулю в системе остаточных классов с использованием приближенного метода.

Для решения поставленной задачи разобьем её на подзадачи:

1. Анализ и модификация существующих алгоритмов нахождения остатка по большому простому модулю;
2. Разработка нового алгоритма нахождения остатка по большому простому модулю.

Алгоритму сложения над полем F_p, требующему выполнения сложения «в столбик», и, при необходимости, вычитания числа p необходимо $O(m)$ битовых операции, где $2^{m-1} < \mathrm{p} < 2^m$.

Умножение над полем F_p можно выполнить двумя основными способами:

- умножением целых чисел с последующим нахождением остатка от деления на p;
- умножением по Монтгомери, которое не требует деления.

Целочисленное умножение может быть реализовано при помощи алгоритма «в столбик», алгоритма Карацубы-Офмана и алгоритма Шенхаге-Штрассена.

Сложность классического алгоритма умножения в «столбик» составляет $O(m^2)$ битовых операций.

Рекурсивный алгоритм Карацубы-Офмана [1] вычисляет произведение двух s-разрядных двоичных чисел u и v, представленных в виде

$$u = u_1 2^{s/2} + u_0, v = v_1 2^{s/2} + v_0 \text{, как}$$

$$uy = u_1 v_1 2^s + \left(\left(u_1 + u_0\right)\left(v_1 + v_0\right) - u_1 v_1 - u_0 v_0\right) 2^{s/2} + u_0 v_0,$$

то есть умножение s-разрядных двоичных чисел сводится к трем умножениям $s/2$-разрядных двоичных чисел, выполняемым по аналогичным формулам. Сложность этого алгоритма составляет $O(s^{1.58})$ элементарных операций.

Обобщением алгоритма Карацубы-Офмана является алгоритм Шенхаге-Штрассена [2, 3], в котором s-разрядное двоичное число разбивается на b блоков по l разрядов в каждом. Применяя быстрое преобразование Фурье и теорему о свертке [2] для многочлена с коэффициентами, состоящими из b блоков, мы можем умножить два s-разрядных двоичных числа за $O(s \log s \log\log s)$ битовых операций. Алгоритм Шенхаге-Штрассена позволяет получить существенный выигрыш при $s \geq 192$ бит.

Алгоритм Монтгомери для умножения двух чисел длиной по n слов требует $2n\ (n + 1)$ операций умножения и $(n - 0.5)n$ операций сложения слов [4, 5].

Так как универсальные алгоритмы нахождения остатка от деления на большое простое число требуют большого количества битовых операций, то исследователи пришли к построению модулярных алгоритмов с использованием простых чисел специального вида.

В работе [6] описан алгоритм нахождения остатка от деления по большому простому модулю в виде модуля Прота $p = k \cdot 2^q + c$, где $|c|<q$, предложенный в 1999 году Gallot.

На вход поступает число $0 < x < p^2$, k, c, и q. Алгоритм состоит из трех частей:

1. Функция вычисления $n(y) = ((ky) \ll q) + cy$
2. Прилаженные вычисления

$$y = \left\lfloor \frac{x > q}{k} \right\rfloor; \ t = n(y)$$

3. Переключения полярности:

если $c > 0$, то, пока $t > x$, выполнять: $t = n(y)$; $y = y - 1$;
если $c > 0$, то, пока $t \leq x$, выполнять: $y = y + 1$; $t = n(y)$;
$y = y - 1$,
$t = n(y)$.
Вывод: $x - t$.

Модифицируем алгоритм из работы [6], использующий модуль вида $2^m \pm C$, что позволит увеличить диапазон $C < 8$ до $C < 2^{16}$ и повысить скорость выполнения модульных операций. Применение простых чисел такого вида связано с тем, что операции по модулю 2^m процессор выполняет быстро, а операция деления не требуется.

Рассмотрим принцип работы алгоритма сложения по модулю $p = 2^m \pm C$. Заданы два числа a и b, $0 \leq a, b \leq p - 1$, по модулю $p = 2^m \pm C$. Нужно найти сумму $a + b$ по модулю $p = 2^m \pm C$.

В силу того что за m битовых операций число $a + b$ можно представить в виде

$$a + b = 2^m A + B,$$

где $0 \leq B < 2^m$, $0 \leq A \leq \varepsilon$, и

$$\varepsilon = \begin{cases} 1, & \text{для } p = 2^m - C, \\ 2, & \text{для } p = 2^m + C, \end{cases}$$

то, так как $2^m \equiv \pm C \pmod{p}$,

$$a + b \equiv B \pm AC \pmod{p}.$$

Алгоритм сложения чисел по модулю $p = 2^m \pm C$ требует $O(m)$ битовых операций.

Исследуем алгоритм умножение двух чисел по модулю $p = 2^m \pm C$. Заданы два числа a и b, $0 \le a, b \le p - 1$, по модулю $p = 2^m \pm C$. Найти произведение $a \times b$, по модулю $p = 2^m \pm C$.

В силу того что за $2m$ битовых операций число $a \times b$ можно представить в виде

$$a \times b = 2^m A + B,$$

где $0 \le A < 2^m + C, 0 \le B < 2^m$, то, так как
$2^m \equiv -C \pmod{2^m + C}$ и $2^m \equiv -C \pmod{2^m - C}$,

$$ab \equiv B - AC \pmod{2^m + C}$$
$$ab \equiv B + AC \pmod{2^m - C} \qquad (1)$$

Случай $p = 2^m \pm C$. Поскольку $C \le 2^{16}$, то нахождение вычета $B - AC \pmod{2^m + C}$ в (1) осуществляется по следующему принципу: если $B < AC$, то ε находится с использованием бинарного поиска за $16m$ битовых операций:

$$ab = B - AC + \varepsilon\,(2^m - C),$$

где $\varepsilon \in \{1,2,...,2^{16}\}$.

Случай $p = 2^m - C$. Поскольку $C \le 2^{16}$, нахождение вычета $ab \equiv B + AC \pmod{2^m - C}$ в (1) осуществляется по следующему принципу: если $B + AC > 2^m - C$, то ε находится с использованием бинарного поиска за $16m$ битовых операций

$$ab = B + AC - \varepsilon\,(2^m - C),$$

где $\varepsilon \in \{1,2,...,2^{16}\}$.

Табл. 1. КОЛИЧЕСТВО ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ ВИДА $p = 2^m \pm C$, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ОРИГИНАЛЬНОМУ И МОДИФИЦИРОВАННОМУ МЕТОДАМ НАХОЖДЕНИЯ ОСТАТКА ОТ ДЕЛЕНИЯ

№	Вид p	Оригинальный метод	Модифицированный метод
1	$p = 2^{192} + C$	0	461
2	$p = 2^{192} - C$	0	499
3	$p = 2^{224} + C$	0	400
4	$p = 2^{224} - C$	0	430
5	$p = 2^{256} + C$	0	389
6	$p = 2^{256} - C$	0	365

Алгоритм умножения чисел по модулю $p = 2^m \pm C$ требует $O(m)$ битовых операций.

Рассмотрим вопрос о количестве простых чисел при $m = 192\ (224, 256)$ бит, удовлетворяющих условиям оригинального и модифицированного метода по модулю $p = 2^m \pm C$. Результаты заносятся в таблице 1.

Анализ имеющихся алгоритмов выполнения базовых арифметических операций для осуществления операций с точками эллиптической кривой привел авторов к тому, что подходами, связанными с позиционным представлением числа, повысить скорость выполнения операций нельзя. Однако это можно получить при использовании одного из интересных способов кодирования информации и выполнения действий с большими числами, основанного на простом факте из теории чисел.

Идея метода: возьмем несколько модулей $p_1, p_2, ..., p_n$, которые попарно взаимно просты, и будем оперировать не непосредственно с числами A, а с его «остатками» $A \bmod p_1, A \bmod p_2, ..., A \bmod p_n$.

Преимущество модулярного представления больших чисел состоит в том, что сложение, вычитание и умножение можно выполнять за один цикл синхронизации.

Сдерживающим фактором применения системы остаточных классов в области криптографии является трудность проведения сравнения чисел и определения знака числа, отсутствие хороших методов масштабирования и деления.

Реализация алгоритма деления с помощью численного метода деления отрезка пополам на основе использования метода из работы [7], который базируется на применении замены абсолютной величины ее относительными значениями и простоте их вычисления, позволяет сохранить адекватную связь числовых значений модулярных величин с их представлениям в СОК и повысить скорость выполнения немодульных операций.

Для эффективной реализации алгоритма нахождения остатка от деления в системе остаточных классов рассмотрим вопрос о выборе оснований системы остаточных классов, так как один и тот же рабочий диапазон может быть реализован с помощью различных наборов оснований.

Так как $M = \prod_{i=1}^{L} m_i$ равно $2n > 2^{193}$, то для реализации больших диапазонов логично использовать в качестве m_2 наибольшее простое число, соответствующее машинному слову, в качестве m_3 — наибольшее простое число, меньшее m_2 и т. д. до m_L [8, 9].

Для реализации алгоритма деления с применением численного метода деления отрезка пополам необходимо две операции: «сравнения» и «деления на 2», поэтому целесообразно один из модулей СОК выбирать чётным (например m_1), что даёт возможность осуществить разбиение выбранного диапазона $[0, M]$ на равные поддиапазоны M^+ и M^-, которые будут использоваться для представления положительных и отрицательных чисел:

$$M^+ = \left[0; \frac{M}{2} - 1\right] \text{ и } M^- = \left[\frac{M}{2}; M - 1\right].$$

Рассмотренные выше алгоритмы были реализованы на 32-разрядном процессоре над полями размерностью в 912 бита, где модулями системы остаточных классов являются 4, 4294967291, 4294967279, 4294967231, 4294967197, 4294967189, 4294967161.

Над случайно сгенерированными точками эллиптической кривой $y^2 = x^3 + 3x + 18446744073709551617$ было произведено 10^4 операций «сложения» и «удвоения». Среднее время выполнение операций в миллисекундах приведено в таблице 2.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что модификация алгоритма нахождения остатка по большому простому модулю вида $p = 2^m \pm C$ позволяет существенно увеличить количество простых чисел такого вида (таблица 1). А алгоритм нахождения остатка от деления на произвольное простое число, основанный на методе деления отрезка пополам и приближенного метода функционирования системы остаточных классов, позволяет получить существенное преимущество в скорости выполнения операции. Вследствие всего вышесказанного можно сделать следующий вывод: применение системы остаточных классов дает значительное преимущество не только в тех приложениях, в которых основная доля вычислений приходится на умножение, возведение в степень больших чисел, в сочетании со сложением и вычитанием, но и в тех, где часто появляется необходимость в делении, сравнении и определении знака числа, в проверке не выходят ли результаты за пределы допустимых значений и другие.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Карацуба А., Офман Ю.** Умножение многозначных чисел на автоматах // Доклады АН СССР. Т. 145. №2.1961. С. 293–294.
2. **Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж.** Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М.: Мир, 1979. 535 с.

Табл. 2. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЛГОРИТМОВ ВЫПОЛНЕНИЯ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ С ТОЧКАМИ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ $y^2 = x^3 + 3x + 18446744073709551617$

№	Поле	Время
1	$p = 7 \cdot 2^{189} + 47$	101,27
2	$p = 2^{192} + 133$	93,88
3	$p = 2^{192} + 237$	89,71
4	p = 4707826301540010572876842067 / 40636893321213672531412228568 7	53,2

3. **Шенхаге А., Штрассен В.** Быстрое умножение больших чисел // Кибернетический сборник, нов. Вып. 10. М.: Мир, 1973. С. 87–98.
4. **Menezes A., van Oorchot P., Vanstone S.A.** Handbook on applied cryptography. CRC press, 1997. 780 p.
5. **Montgomery P. L.** Modular multiplication without trial division // Mathematics of Computation. V. 44. №170. April 1985. P. 519–521.
6. **Crandall R., Pomerance C.** Prime numbers: a computational perspective. Springer-Verlag, 2001. 604 p.
7. **Червяков Н. И., Авербух В. М., Бабенко М. Г., Ляхов П. А., Гладков А. В., Гапочкин А. В.** Приближенный метод выполнения немодульных операций в системе остаточных классов // Фундаментальные исследования. 2012. №6. Ч. I. С. 189–193.
8. **Модулярные параллельные вычислительные структуры** нейропроцессорных систем / Н. И. Червяков, П. А. Сахнюк, А. В. Шапошников, С. А. Ряднов; под ред. Н. И. Червякова. М.: Физматлит, 2003. 288 с.
9. **Нейрокомпьютеры в остаточных классах:** учеб. пособие для вузов / Н. И. Червяков, П. А. Сахнюк, А. В. Шапошников, А. Н. Макоха; под ред. А. И. Галушкина. М.: Радиотехника, 2003. 272 с.

ОБ АВТОРАХ

Бабенко Михаил Григорьевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры высшей алгебры и геометрии Института естественных наук.

Вершкова Наталья Николаевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», студентка первого года обучения магистратуры по направлению «Математика» Института естественных наук.

Кучеров Николай Николаевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», студент первого года обучения магистратуры по направлению «Математика» Института естественных наук.

Babenko Michail Grigorievich, doctorate in Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor on Department of Algebra and Geometry, INS, North-Caucasus federal university.

Vershkova Natalia Nikolaevna, student of the first year master's in «Mathematics», INS, North-Caucasus federal university.

Kucherov Nikolaj Nikolaevich, student of the first year master's in «Mathematics», INS, North-Caucasus federal university.

УДК 621.391

М. Г. Бабенко [M. G. Babenko],
Е. С. Кияшко [E. S. Kiyashko],
Н. Н. Кучеров [N. N. Kucherov]

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ АЛФАВИТА ТОЧКАМИ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ[1]

Development of the algorithm coding alphabet by points of the elliptic curve

В статье описывается алгоритм кодирования алфавита точками эллиптической кривой с использованием операции билинейного спаривания.

The paper describes the encryption algorithm alphabet by elliptic curve point with using operations of bilinear pairing.

Ключевые слова: эллиптическая кривая, билинейное спаривание, система остаточных классов, приближенный метод.
Key words: elliptic curve, bilinear pairing, system of residual classes, approximate method.

На современном этапе развития специальных средств защиты информации в эллиптических криптосистемах в большинстве своем используется представление информации в виде точек эллиптической кривой, однако встает вопрос об осуществлении перехода от алфавита к точкам эллиптической кривой. Вследствие этого актуальна следующая научная задача: разработка алгоритма кодирования алфавита точками эллиптической кривой.

Алгоритмы кодирования алфавитов делятся на *вероятностные* и *детерминированные*.

Проанализируем вероятностный алгоритм кодирования алфавита точками эллиптической кривой $E(F_p)$: $y^2 = x^3 + ax + b$, где простое число и $p > 3$, предложенный в 1985 году Н. Коблицом [1].

Алгоритм 1. Кодирование алфавита точками эллиптической кривой

Вход. Простое число p, $a,b \in F_p$, M — мощность алфавита, который мы кодируем точками эллиптической кривой, и k — число, обычно принимающее значение $k = 20$ или $k = 50$.

Выход. Закодированный точками эллиптической кривой P_i алфавит, где $i \in [0,..., M - 1]$.

1. $i = 0$.
2. Пока $i < M$, выполнять:

2.1. $j = 1$.

1 Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12–07–31087- мол_а.

2.2. Пока $j < k + 1$, выполнять:

2.2.1. Если $\left(\frac{(i\cdot k+j)^3+a(i\cdot k+j)+b}{p}\right)=1$, , то

2.2.1.1. $P_0 = (i \cdot k + j,\ \text{sqrtmod}(i \cdot k + j)^3 + a(i \cdot k + j) + b))$.

2.2.1.2. Перейти к пункту 2.3.

2.2.2. $j = j + 1$.

2.3. $i = i + 1$.

3. Вывод P_i для всех $i = 0,..., M - 1$.

Функция sqrtmod(a) вычисляет корень квадратный из числа a по модулю p.

Рассмотрим алгоритм декодирования.

Алгоритм 2. Декодирование символа из точки эллиптической кривой

Вход. Точка $P_i = (x,y)$ эллиптической кривой и число k.

Выход. Число i

1. Если $x \bmod k > 0$, то $i = \frac{x-k}{k}$.
2. Если $x \bmod k > 0$, то $i = \frac{x - x \bmod k}{k}$.
3. Вывод i.

Преимущество данного алгоритма состоит в том, что для вычисления числа i необходимо держать в памяти только точку $P_i = (x,y)$ и число k.

Недостатки:

1. Вероятность того, что i будет не закодировано, равна $\frac{1}{2^k}$, а при большом выборе M вероятность не закодировать один из символов алфавита возрастает многократно. Например, при $M = 10^6$ и $k = 20$ вероятность не закодировать алфавит равна $1-\left(1-\frac{1}{2^k}\right)^M = 0.6$, то есть вероятность не закодировать алфавит больше, чем вероятность закодировать его.
2. С помощью данного алгоритма можно закодировать алфавит, мощность которого равна $\left\lfloor \frac{p}{k} \right\rfloor$, что приблизительно в k раз меньше, чем количество точек на эллиптической кривой, согласно теореме Хассе.

Проведем анализ детерминированного алгоритма кодирования алфавитов точками эллиптических кривых, предложенного в работе [2].

Для рассмотрения детерминированного алгоритма кодирования алфавита точками эллиптической кривой введем понятие дуальных эллиптических кривых.

Определение 1. Две эллиптические кривые $E_{ab} : y^2 = x^3 + ax + b$ и $E_{a'b'} : y^2 = x^3 + a'x + b'$, заданные над конечным полем F_p, где p — простое число, $p > 3$, $a,b,a',b' \in F_p$, называются дуальными, если имеет место следующее соотношение:

$$\begin{cases} a' = v^2 a, \\ b' = v^3 b. \end{cases} \quad (1)$$

где $v \in F_p$ — квадратичный невычет по модулю p.

Для дуальных эллиптических кривых справедлива следующая теорема.

Теорема 1 [2]. Пусть $E_{ab}(F_p)$ и $E_{a'b'}(F_p)$ — две дуальные эллиптические кривые над конечным полем F_p, $p \neq 2,3$. Тогда

$$\#E_{ab}(F_p) + \#E_{a'b'}(F_p) = 2p + 2. \quad (2)$$

Теперь перейдем к алгоритму кодирования.

Алгоритм 3. Кодирование алфавита точками эллиптической кривой.

Вход. Простое число p, $a,b, \in F_p$, и M – мощность алфавита, который мы кодируем точками эллиптической кривой.

Выход. Закодированный точками эллиптической кривой P_i алфавит, где $i \in [0,..., M - 1]$, и эллиптическая кривая.

1. Выбрать число v так, чтобы оно являлось квадратичным невычетом в F_p.
2. Вычислить $a' = (v^2 a) \bmod p$.
3. Вычислить $b' = (v^3 b) \bmod p$.
4. $\text{counterE}_{ab} = 0$, $\text{counterE}_{a'b'} = 0$.
5. Для всех $i = 0,...,2M - 2$ вычислить $\left(\frac{x^3 + ax + b}{p}\right)$ – символ Лежандра:

5.1. если $\left(\frac{i^3 + ai + b}{p}\right) \geq 0$, то $\text{counterE}_{ab} = \text{counterE}_{ab} + 1$;

5.2. если $\left(\frac{i^3 + ai + b}{p}\right) \leq 0$, то $\text{counterE}_{a'b'} = \text{counterE}_{a'b'} + 1$.

6. Если $\text{counterE}_{ab} \geq M$, то

6.1. $j = 0$, $i = 0$.

6.2. До тех пор пока $j \neq M$, выполнять:

6.2.1. если $\left(\frac{i^3+ai+b}{p}\right)=1$, то $P_j = (i,\text{s qrtmod}(i^3 + ai + b)$ и $j = j + 1$;

6.2.2. если $\left(\frac{i^3+ai+b}{p}\right)=0$, то $P_j = (i,0)$ и $j = j + 1$.

6.2.3 $i = i + 1$.

6.3. Вывести P_m и $a,b \in F_p$,

6.4. Иначе $j = 0$, $i = 0$.

6.5. До тех пор пока $j \neq M$, выполнять:

6.5.1. если $\left(\frac{i^3+ai+b}{p}\right)=-1$, то
$P_j = (vi, \text{qrtmod}(v^3 i^3 + a'iv + b'))$, $j = j + 1$;

6.5.2. если $\left(\frac{i^3+ai+b}{p}\right)=0$ то $P_j = (vi,0)$ и $j = j + 1$.

6.5.3. $i = i + 1$.

6.6. Вывести P_m и $a',b' \in F_p$.

7. Конец.

Рассмотрим применение алгоритма 3 к кодированию алфавита точками эллиптических кривых из работы [3], которые рекомендованы в США.

Пример 1. Рассмотрим эллиптическую кривую P – 224:

$b = 11848928928479130000255417840308704009690425605424575672372579532 04$,

$p = 26959946667150639794667015087019630673557916260026308143510066298881$.

Найдем наименьший квадратичный невычет.

Числа 1, 4, 9 являются квадратичными вычетами F_p, так как представимы в виде: $1 = 1^2$, $4 = 2^2$, $9 = 3^2$.

Так как p имеет вид $p = 8t + 1$, то из свойств символа Лежандра 2 является квадратичным вычетом в F_p, следовательно, и 8 является квадратичным вычетом в F_p.

Из того что p имеет вид $p = 11t + 1$ следует, что 3 является квадратичным вычетом в F_p, значит, и 12 является квадратичным вычетом в F_p.

Вычислив символ Лежандра для чисел 5, 7, 1, получим, что

$$\left(\frac{5}{p}\right)=\left(\frac{1}{5}\right)=1,\ \left(\frac{7}{p}\right)=\left(\frac{4}{7}\right)=1,\ \left(\frac{11}{p}\right)=\left(\frac{8}{11}\right)=-1,$$ следовательно, наименьшим квадратичным невычетом в F_p, является 1, значит, $v = 1$.

Найдем a' и b':

$a' = 26959946667150639794667015087019630673557916260026308143510066298518,$

$b' = 13415533685835094943309239497949924623436505000485149669206490379426.$

Найдем, для каких значений $i \in [0,...,14]$ значение выражения $x^3 - 3x + b$ является квадратичным вычетом в F_p, а для каких — невычетом в F_p.

Результат вычисления оформим в виде таблицы, где знаком «+» обозначается квадратичный вычет в F_p, а знаком «–» — квадратичный невычет в F_p.

Таблица принадлежности точек для эллиптической кривой *E(P – 224)*

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$E_{ab}(i)$	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-
$E_{a'b'}(iv)$	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+

Из таблицы видно, что в столбце E_{ab} содержится 5 знаков «плюс», а в столбце $E_{a'b'}$ их 10. Таким образом, кодирование будет осуществляться с помощью эллиптической кривой $E_{a'b'}$.

$0 \to 0 \to (0,1279570188126497932668843105780488063367322738598979018589176253518)$

$1 \to 1 \to (11,197186645338964203449528508594349088983254659764886153786972650766 8)$

$2 \to 2 \to (22,101764539240363650509655519970580610058736920593880121079177058498 24)$

$3 \to 3 \to (33,935890915456245796829692640387694512210257359814609788990881243406 0)$

$4 \to 6 \to (66,587241073458406768285104712736982512643200919593261033377512338053 6)$

$5 \to 8 \to (88,970680296015109098070554605501948991203161735596904763510502832501 0)$

$6 \to 11 \to (121,823400022655971324030569370749264437147117148203490352585672477496 0)$

$7 \to 12 \to (132,761879028743502752492324034067527374200816791098118645995856457009)$

Найдем $\#E_{a'b'}$.

Так как

$$\#E_{ab} = 26959946667150639794667015087019625940457807714424391721682722368061,$$

то, используя теорему 1, получим, что

$$\#E_{a'b'} = 26959946667150639794667015087019635406658024805628224565337410229703 =$$

$$= 3^2 \cdot 11 \cdot 47 \cdot 3015283 \cdot 40375823 \cdot 267983539294927 \cdot 17759404148813158347865136842002145 7$$

Из того, что максимальный множитель в разложении $\#E_{a'b'}$ равен $1775940414881315834786513684200214 57$, следует, что для криптосистемы, построенной на эллиптической кривой $E_{a'b'}$, задача дискретного логарифмирования решается методом Полларада [4] в

$$\sqrt{\frac{\#E_{ab}}{1775940414881315834786513684200214 57}} = 12320981886307475$$

раз быстрее, чем для криптосистемы, построенной на эллиптической кривой E_{ab}.

Из примера видно, что детерминированный метод кодирования алфавита точками эллиптической кривой приводит к понижению криптостойкости эллиптических кривых $P-224$, а также $P-192$ и $P-256$ на дуальные, но не криптостойкие кривые. Кривая $P-384$ заменяется на криптостойкую дуальную эллиптическую кривую, а кривая $P-521$ остается без изменений. Из всего выше сказанного следует, что при переходе от эллиптической кривой к дуальной эллиптической кривой уменьшается криптостойкость данной криптосистемы. В связи с этим на эллиптическую кривую нужно накладывать дополнительные условия, что требует дополнительных временных затрат и ведет к увеличению времени для выбора одной кривой с нужными свойствами, а значит делает данный метод неудобным для частого применения.

Разработаем алгоритм кодирования точками эллиптической кривой устраняющей недостатки вышеуказанных алгоритмов. Для этого будем использовать операцию билинейного спаривания точек эллиптической кривой, аналогичную описанной в работе [5]. Для любой точки $P \in E(F_p)$ выполняется следующие равенство: $(n_i + 1)P = O$, где O — точка в бесконечности. Обозначим за $E(\overline{Z}_q)$ множество точек эллиптической кривой, которая задана уравнением $y^2 = x^3 + ax + b$ над полями F_p. Для построения спаривания важно знать структуру группы точек эллиптической кривой.

Ниже приведена теорема, описывающая структуру группы, когда эллиптическая кривая задана над полем F_p, где p — простое число, и порядок группы точек эллиптической кривой выражается формулой $\#E(GF(p)) = p + 1 - t$.

Теорема 2 [6]. Если $t^2 = p, 2p, 3p$, то группа циклическая. Если $t^2 = 4p$, то группа изоморфна $Z_{\sqrt{p}-1} \oplus Z_{\sqrt{p}-1}$ в случае $t = 2\sqrt{p}$ или изоморфна $Z_{\sqrt{p}+1} \oplus Z_{\sqrt{p}+1}$ в случае $t = -2\sqrt{p}$. Если $t = 0$, $p \neq 3 (\mathrm{mod}\, 4)$, то группа циклическая. Если $t - 0$, $p \equiv 3 (\mathrm{mod}\, 4)$, то группа или циклическая, или изоморфна $Z_{\frac{p+1}{2}} \oplus Z_2$.

Из теоремы 2 следует, что в случае, когда $t^2 = 4p$ и r — четное число, группа точек $E(F_p)$ представляется в виде прямой суммы $Z_{\sqrt{p}-1} \oplus Z_{\sqrt{p}-1}$ или $Z_{\sqrt{p}+1} \oplus Z_{\sqrt{p}+1}$. Обозначим эти группы $E[l]$, где $l = \sqrt{p} - 1$ или $l_i = \sqrt{p} + 1$.

Так как $E[l]$ представляется в виде прямой суммы циклических групп, то можно зафиксировать некоторую образующую пару точек G и H

таким образом, чтобы любую точку в $E[l]$ можно было представить с их помощью. Рассмотрим точки $P = a_1G + b_1H$ и $Q = a_2G + b_2H$, принадлежавшие $E[l]$, где $a_1,a_2,d_1,b_2 \in [0,l-1]$. Для некоторых зафиксированных целых $\alpha,\beta \in [0,1-1]$ определим функцию как $L_{\alpha,\beta} : E[l] \times E[l] \rightarrow E[l]$ и $L_{\alpha,\beta}(P,Q) = (a_1 - b_1)(\alpha G + \beta H)$, исключая тривиальный случай, когда α и β одновременно равны нулю.

Пусть G_1, G_2 и G_3 — три Абелевы группы. Билинейное спаривание является отображением $e : G_1 \times G_2 \rightarrow G_3$ среди этих трех групп. Это отображение должно удовлетворять свойству билинейности: для $\alpha,\beta \in G_1, \gamma,\delta \in G_2$, $e(\alpha + \beta,\gamma) = e(\alpha,\gamma) + e(\beta,\gamma)$, $e(\alpha,\gamma + \delta) = e(\alpha,\gamma) + e(\alpha,\delta)$.

Следующая теорема показывает, что функция L_{α_i,β_i} задает билинейное спаривание.

Теорема 3 [5]. Функция $L_{\alpha,\beta}$ обладает следующими свойствами:

1. Тождественность.
   Для всех $P \in E[l]$, $L_{\alpha,\beta}(P,P) = O$.

2. Билинейность.
   Для всех $P,Q,R \in E[l]$.
   $L_{\alpha,\beta}(P + Q,R) = L_{\alpha,\beta}(P,R) + L_{\alpha,\beta}(Q,R)$ и
   $L_{\alpha,\beta}(P,Q + R) = L_{\alpha,\beta}(P,Q) + L_{\alpha,\beta}(P,R)$

3. Антисимметричность.
   Для любых $P,Q \in E[l]$, $L_{\alpha,\beta}(P,Q) = -L_{\alpha,\beta}(Q,P)$.

4. Невырожденность.
   Для всех $P \in E[l]$, $L_{\alpha,\beta}(P,O) = O$. Кроме того,
   если $L_{\alpha,\beta}(P,Q) = O$ для всех $Q \in E[l]$, тогда $P = O$.

$L_{\alpha,\beta}$ называется спариванием, поскольку оно отображает $E[l] \times E[l]$ в $E[l]$ (аналогично традиционным спариваниям Вейля и Тейта).

Приведем пример построения билинейного спаривания.

Пример 2. Пусть задана эллиптическая кривая $E(F_5)$: $y^2 = x^3 + 3x + 4$ и $F_{5^2} + F_5 / (\alpha^2 + \alpha + 1)$. Тогда $\#E(F_{p^2}) = 27$, и имеет место восемь торсионных точек третьего порядка: $(-1,\pm(\alpha + 3))$, $(2,\pm 2)$, $(\alpha,\pm\alpha)$, $(4\alpha + 4,\pm(\alpha + 1))$. Тогда билинейное спаривание можно задать с помощью следующих точек: $G = (2,2)$ и $H = (\alpha,\alpha)$. $0G + 0H = O$, $1G + 0H = (2,2)$, $2G + 0H = (2,-2)$, $0G + 1H = (\alpha,\alpha)$, $1G + 1H$ $(4 + 4\alpha, \alpha)$, $2G + 1H = (-1,-\alpha,-3)$, $0G + 2H = (\alpha,-\alpha)$, $1G + 2H$ $(-1,\alpha + 3)$, $2G + 2H = (4 + 4\alpha,4 + 4\alpha)$, что изоморфно $Z_3 \oplus Z_3$.

Применяя данное билинейное спаривание и представляя полученную информацию в виде $x_1 | x_2$, где x_1, x_2 — два $\left\lfloor \frac{\log_2 p}{2} \right\rfloor$-битных числа, вычислим $P = x_1 G + x_2 H$. Таким образом сообщение $x_1 | x_2$ кодируется точкой P. Для

эффективных вычислений необходимо иметь представление точек в виде пары (x_1, x_2). В этом случае все дорогостоящие арифметические операции «сложения» и «удвоения» точек эллиптической кривой можно будет заменить на модульные операции в мультипликативной группе, что позволит эффективно использовать систему остаточных классов и приближенный метод из работы [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Коблиц Н.** Курс теории чисел и криптографии. М.: ТВП, 2001. 254 с.
2. **Лёвин В. Ю.** Кодирование алфавитов точками эллиптических кривых // Интеллектуальные системы. Т. 11. 2009. С. 171–183.
3. Recommended Elliptic Curves for Federal Government Use. URL: http://csrc.nist.gov/groups/ST/toolkit/documents/dss/NISTReCur.pdf
4. **Василенко О. Н.** Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. М.: МЦНМО, 2003. 326 с.
5. **Lee H.-S.,** A self-pairing map and its applications to cryptography // Applied Mathematics and Computation 151, 2004. P. 671–678.
6. **Болотов А. А, Гашков С. Б., Фролов А. Б.** Элементарное введение в эллиптическую криптографию: Протоколы криптографии на эллиптических кривых. М.: КомКнига, 2006. 280 с.
7. **Червяков Н. И., Авербух В. М., Бабенко М. Г., Ляхов П. А., Гладков А. В., Гапочкин А. В.** Приближенный метод выполнения немодульных операций в системе остаточных классов // Фундаментальные исследования. 2012. № 6. Ч. I. С. 189–193.

ОБ АВТОРАХ

Бабенко Михаил Григорьевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры высшей алгебры и геометрии Института естественных наук.

Кияшко Екатерина Сергеевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», старший преподаватель кафедры информационной безопасности Института информационных технологий и телекоммуникаций.

Кучеров Николай Николаевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», студент первого года обучения магистратуры по направлению «Математика» Института естественных наук.

Babenko Michail Grigorievich, doctorate in Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor on Department of Algebra and Geometry, INS, North-Caucasus federal university.

Kiyashko Ekaterina Sergeevna, assistant Professor on Department of Information Security, ITT, North-Caucasus federal university.

Kucherov Nikolaj Nikolaevich, student of the first year master's in «Mathematics», INS, North-Caucasus federal university.

УДК 621–395.4

Д. В. Мочалов [D. V. Mochalov]

АЛГОРИТМ СУБОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПОНЕНТОВ (ПК) РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (РСУ) ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯМИ

Suboptimal allocation algorithm software components (PC) distributed control system (DSC) telecommunications

Разработан и реализован рекуррентный алгоритм оптимизирующий взаимодействие процессорных модулей распределенной системы управления.
Developed and implemented a recursive algorithm for optimizing the interaction of computer modules distributed control system.

Ключевые слова: системы управления, процессорные модули, программные компоненты, распределения, рекуррентный алгоритм.
Key words: control systems, processor modules, software components, distribution, recursive algorithm.

Необходимость предоставления все более сложных и разнообразных услуг в режиме реального времени, сокращение издержек и операционных расходов на их разработку и содержание телекоммуникационной инфраструктуры, поддержка оперативного внедрения новых услуг, реализация требований к оперативности и быстроте их перестройки требуют гибкой технологической платформы для создания автоматизированной системы поддержки деятельности оператора связи, так как в рамках функционального подхода к управлению, являющегося основой построения современных систем, эффективно решить данную проблему невозможно [1]. Сегодня стало очевидно, что важнейшим фактором сохранения конкурентоспособности и стабильности экономического успеха предприятия является процессное ориентирование в управлении, основанное на подходах к управлению бизнес-процессами — Business Process Management. Считаем, что функциональная модель РСУ, представленная на рисунке 1, состоит из однотипных ПМ, объединенных системой связи.

Каждый ПМ содержит один процессор, локальную память для хранения программ выполняемых задач и данных, требуемых при их решении, а также необходимые средства связи и взаимодействия. Задание, выполняемое системой, представляется в виде множества ПК, которые связаны между собой как зависимостью по данным, так и логикой выполнения. При этом алгоритмы выполнения заданий требуют как последовательное, так

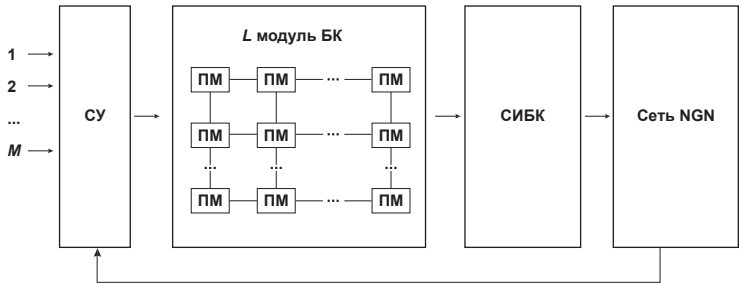


Рис. 1. Функциональная модель РСУ.

и параллельное выполнение ПК. Для реализации указанной возможности требуется разработка методов распределения ПК, оптимизирующих заданные показатели качества функционирования системы. В основу разработки соответствующего алгоритма положены методы представленные в [2].

Максимальную быстроту действия обеспечит размещение, ведущее к наибольшему распараллеливанию потока запросов по различным ПМ. Неравномерная загрузка ПМ приводит к увеличению частоты появления двух и более запросов подряд к одному ПМ. В результате быстродействие системы уменьшится, так как обработка следующего запроса сможет начаться только после завершения обработки предыдущего, два запроса подряд к различным ПК, расположенным на одном ПМ, вызывают конфликт. Поэтому качество размещения информации на ПМ целесообразно оценивать суммарной средней частотой возникновения конфликтов.

Считаем, что имеется n ПК $f_1,...,f_n$ и d ПМ. Для любой пары ПК f_i и f_j известна частота P(i, j) с которой к ним происходят соседние запросы.

Размещение n ПК по d ПМ задается разбиением множества всех ПК на d групп $\Phi = \{F_1,F_2,...,F_d\}$, так, что $\bigcap f_i = \bigcap F_i$ и $F_k \bigcap F_l = \emptyset$, $k \neq l$.

Средняя частота возникновения конфликтов $\breve{N}_k$ на одном ПМ с номером k равна

$$C_k = \Sigma p(i,j).$$

Суммарная частота возникновения конфликтов C при разбиении Ф равна

$$C = \Sigma C_k = \Sigma\Sigma p(i,j). \quad (1)$$

Оптимальное разбиение Ф минимизирует критерии C.

Алгоритм локальной оптимизации критерия (1) состоит из последовательности одинаково построенных шагов. Изменение значения критерия при переносе $ПК_i$ из группы F_s в группу F_t подсчитывается по формуле

$$\Delta C = \Sigma (P(i,j) + P(i,j)) - \Sigma (P(i,j) + P(i,j)). \quad (2)$$

Этот алгоритм за конечное число шагов сходится к точке локального минимума, при этом любой перенос файлов из группы в группу не приводит к увеличению критерия. При большом числе ПК вычисление величин $\Delta\tilde{N}$ на каждом шаге оказывается трудоемким. В соответствии с методом, изложенным в [2], приращения $\Delta\tilde{N}$ могут пересчитываться более эффективным рекуррентным способом. При этом для упорядочения всех возможных способов разбиения элементов ПК$_i$, $i = 1,...n$ на d групп вводят систему операторов $R = \{R_{it}, i = 1,...n; t = 1,...d\}$, означающих перенос ПК$_i$ в класс t, т. е. выполняют операцию $R_{it}\Phi$. Тогда $\Delta_{it}(\Phi) = C(R_{it}\Phi) - C(\Phi)$, где $\Delta_{it}(\Phi)$ — приращение критерии (1).

Данное выражение позволяет реализовать следующий рекуррентный способ вычисления Δ_{it}: обозначим через $\Delta_{it}^{iq}(\Phi)$ приращение величин $\Delta_{it}(\Phi)$ при переходе к новому разбиению $R_{jq}(\Phi)$, где $R_{jq} \in R$

$$\Delta_{it}^{jq}(\Phi) = \Delta_{it}(R_{jq}\Phi) - \Delta_{it}(\Phi),\ i = 1,...,n;\ q = 1,...,d.$$

тогда $$\Delta_{it}(R_{jq}\Phi) = \Delta_{it}(\Phi) + \Delta_{it}^{jq}(\Phi);$$

$$\Delta_{it}^{jq}(\Phi) = [P(i,j) + P(j,i)](\delta_{tq} + \delta_{su} - \delta_{sq} - \delta_{tu}),$$

где $s,\ u$ — номера групп, в которых находились ПК f_i и f_j при разбиении;
$t,\ q$ — номера групп, в которые перенесены эти ПК;
δ_{tq} — символ Кронеккера:

$$\delta_{tq} = \begin{cases} 1, \text{ если } t = q \\ 0, \text{ если } t \neq q \end{cases}$$

Считаем, что последовательность запросов к ПК описывается процессом независимых испытаний с распределением $(P_1,P_2,..., P_n)$, $\Sigma P_i = 1$.

Схема алгоритма, реализующего данный метод распределения ПК по ПМ, приведена на рисунке 2.

Приведенный здесь рекуррентный алгоритм

$$\Delta_{it}(R_{jq}\Phi) = \Delta_{it}\,\Phi + \Delta_{it}^{jq}(\Phi)$$

приводит к такому размещению ПК по ПМ, при котором любой перенос ПК из групп в группу не приводит к увеличению критерия $\Delta\tilde{N}$.

Оценка эффективности алгоритма субоптимального распределения ПК по ПМ основана на экспериментальных данных. В качестве исходных данных были заданы множество времен выполнения ПК $\{\tau_i\}$, $i = 1,...,n$, множество ПМ $j = 1,...,d$, частоты соседних запросов $P(i,j)$, максимально допустимые суммарные длины файлов, расположенных на каждом ПМ, но-

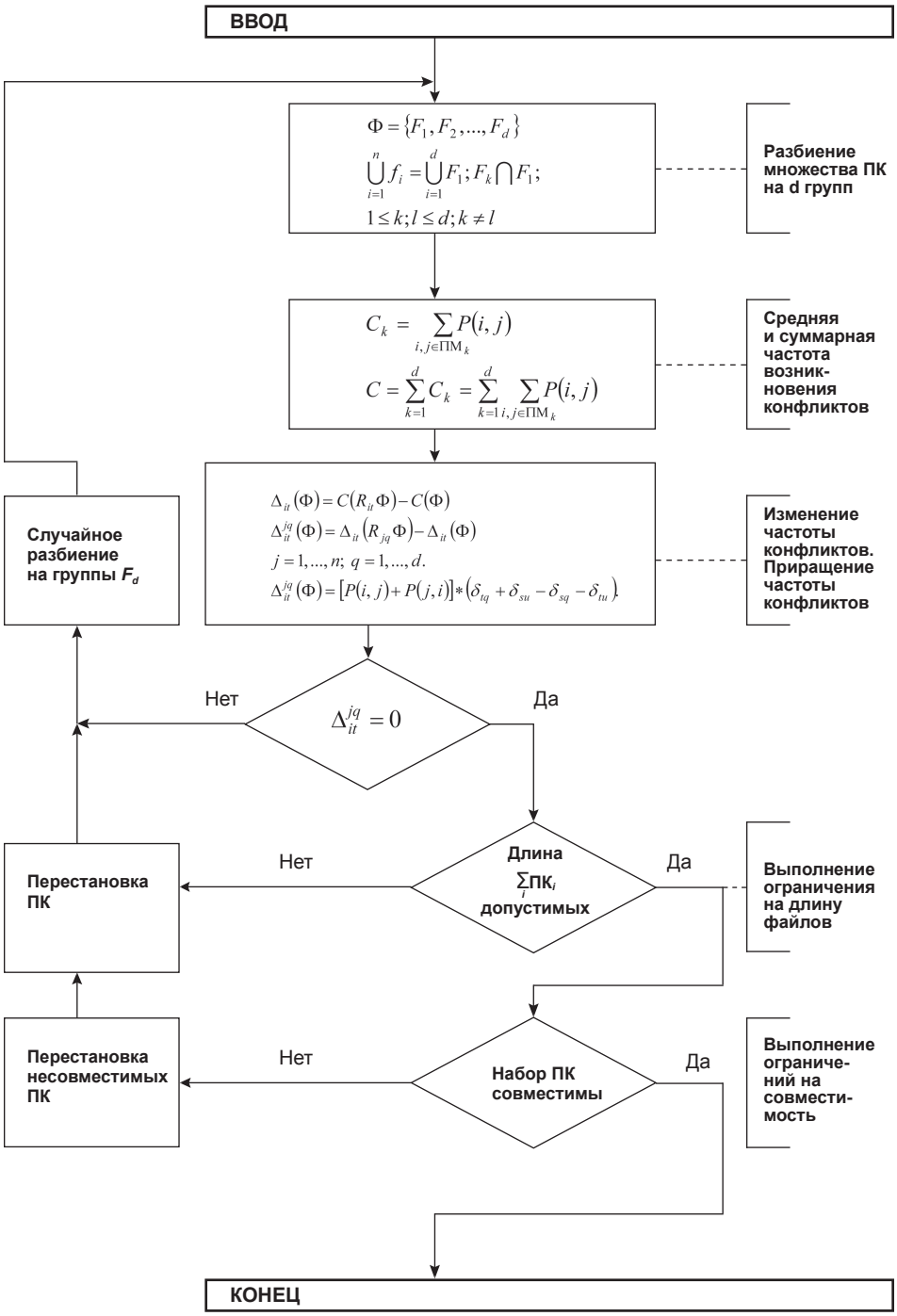


Рис. 2. Схема алгоритма субоптимального распределения ПК по ПМ.

мера ПК запрещенные к размещения на одном ПМ. Задавая различные значения $P(i,j)$ и варьируя n – количество ПК и d множество ПМ, проводилось сравнение решений полученных данным алгоритмом и методом полного перебора. Результаты эксперимента представлены в таблицах 1, 2, 3, 4.

Таблица 1. МНОЖЕСТВО ВРЕМЕН ВЫПОЛНЕНИЙ ПК

№ПК	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
τ_i сек	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Таблица 2. ПРОИЗВОЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПК ПО ПМ

№ПМ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$T_{вып}$ сек
№ПК	1,2	3,4	5,6	7,8	9,10	11,12	13,14	15,16	17,18	19,20	5,46

Таблица 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ЗАПРОСОВ P_{ij}

P_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	2	3	4	5	1	2	3	4
2	2	0	3	4	5	2	3	4	5	6
3	2	3	0	4	5	1	2	3	4	5
4	3	3	2	0	1	2	3	4	5	3
5	4	3	1	2	0	2	1	3	4	3
6	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4
7	2	3	4	5	6	2	0	3	4	5
8	1	2	3	4	5	6	7	0	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1
10	5	4	3	2	1	2	3	4	5	0

Таблица 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

№ПМ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**$T_{вып}$ сек**
№ПК	4,13	5,6,14	11,12	10,19,20	1,9	7,8	15	18	2,3	16,17	3,71

Эксперимент, проведенный с моделью, позволил найти множество различных вариантов размещения ПК по ПМ.

Из 100 проведенных прогонов программы, реализующей данный субоптимальный алгоритм, в 38 случаев решения полностью совпадают с оп-

тимальными полученными методом перестановок и полного перебора, в 15 случаях отличаются от оптимального на 10%, в 20 случаях отличаются в пределах от 3% до 10%. Величина стационарной частоты запросов $P(i,j)$ для любого сочетания ПК определялась как $P(i,j) = S(i,j) / K$, где K – трасса запросов к ПК принята равной $K = 1000000$, отметим также, что некоторые сочетания ПК были исключены из эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мочалов Д. В.** Приближенный метод расчета процессно-ориентированных систем управления телекоммуникационными сетями и бизнесом оператора связи // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. 2012. №3. С. 40–45.

2. **Авен О.Н., Гурин Н.Н., Коган Я.А.** Оценка качества и оптимизация вычислительных систем. М.: Наука, 1982. 464 с.

ОБ АВТОРЕ

Мочалов Дмитрий Валерьевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», аспирант кафедры защиты информационной безопасности автоматизированных систем.
kafasoiu@stv.runnet.ru

Mochalov Dmitrij Valerevich, the post-graduate student dep. SI, North-Caucasus federal university.
kafasoiu@stv.runnet.ru

УДК 621–395.4

Д. В. Мочалов [D. V. Mochalov]

Математическая модель системы интеграции программных компонентов (ПК) распределенной системы управления (РСУ) телекоммуникациями

A mathematical model of the system integration of software components (PC) distributed control system (DSC) telecommunication

В статье разработана и реализована математическая модель взаимодействия элементов РСУ, обеспечивающая снижение системных затрат на обменные процессы.

The article developed and implemented a mathematical model of the interaction of elements of the DCS system provides reduced cost of metabolic processes.

Ключевые слова: система интеграции, фрагментация, частота взаимодействия, межсегментные переходы.
Key words: system integration, fragmentation, frequency of interaction, inter-segment transitions.

Минимизация системных затрат, связанных с обменными процессами между программными компонентами РСУ, вызывает необходимость снижения частоты такого взаимодействия без потери функциональности. Решение задачи обеспечивается разбиением всей совокупности ПК на отдельные непересекающиеся фрагменты и реализацией взаимодействия между данными фрагментами и системой интеграции (рис. 1).

При реализации РСУ структура системы управления и алгоритм ее работы становятся подобны структуре объекта автоматизации, а функции сбора, обработки данных, управления и вычисления оказываются распределенными среди множества процессорных модулей, взаимодействующих с помощью сообщений и находящихся между собой в отношениях различных типов, определяемых бизнес-процессами. Поскольку операции, выполняемые в каждом узле, зависят от команд и данных, получаемых от удалённых компонентов, задержки, возникающие при распределённом взаимодействии, снижают эффективность функционирования всей системы. Наибольшую сложность в теоретических исследованиях и практических реализациях представляют вопросы, связанные с процессами взаимодействия процессорных модулей при решении задач реальной практической сложности и значимости.

Качество данного решения оценим средним числом передач управления при реализации обменных программ системы интеграции. Минимизация числа передач управления между фрагментами ПК, т. е. минимизация системных затрат, сводится к размещению в каждом из фрагментов ПК, имеющих наибольшие частоты взаимодействия. Разбиение множества ПК

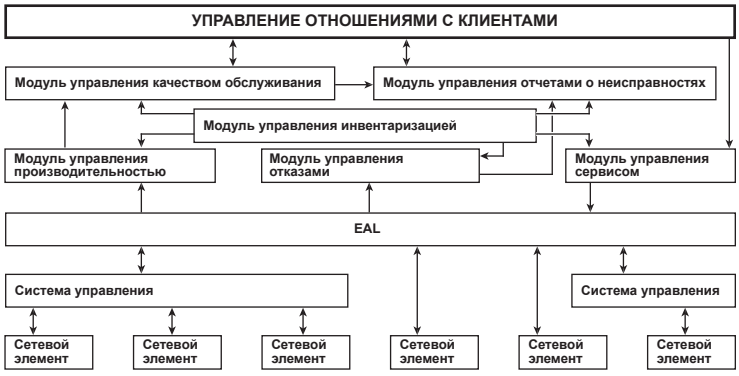


Рис. 1. Логическое взаимодействие модулей системы.

на фрагменты описывается матрицами $V = \|V_{ik}\|_{i=1,\,k=1}^{n\quad m}$ и $L = \|l_{ij}\|_{i,\,i=1}^{n}$,

где $V_{ik} = \begin{cases} 1, \textit{ если } ПК_i \in \Phi_k, \\ 0, \textit{ в противном случае}; \end{cases}$ $l_{ij} = \begin{cases} 1, \textit{ если } ПК_i,\ ПК_j \in \Phi_k; \\ 0, \textit{ в противном случае}. \end{cases}$

Очевидно, что элементы матрицы L выражаются через элементы матрицы V следующим образом:

$$l_{ij} = \sum_{k=1}^{n} V_{ik} V_{jk}\ . \tag{1}$$

Считаем, что среднее число выполнений i-го ПК равно m_i. Передача управления j-му блоку происходит с вероятностью p_{ij}. Следовательно, среднее число передач управления из блока i в блок j равно произведению $m_i * P_{ij}$.

Среднее число переходов из k-го фрагмента запишем в виде

$$\sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} m_i p_{ij} V_{ik} \left(1 - V_{jk}\right), \tag{2}$$

где V_{jk} позволяет учесть только те ПК, которые входят в k-й фрагмент, а множитель $(1–V_{jk})$ исключает переходы из блоков $j \neq i$, входящих в k-й сегмент. Среднее число межфрагментных переходов будет равно

$$C = \sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} m_i p_{ij} V_{ik} \left(1 - V_{jk}\right). \tag{3}$$

Тогда, выражение $\sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} m_i p_{ij} V_{ik} V_{jk}$ равно среднему числу переходов между ПК фрагмента. Используя соотношение (1), получаем

$$\sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} m_i p_{ij} V_{ik} V_{jk} = \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} q_{ij} l_{ij} \to \min\ , \text{ при ограничении }, \sum_{i \in \Phi_k} S_i \le \mathrm{B},$$

где S_i — объем памяти, требуемый для выполнения j-го ПК; B — максимально допустимый объем памяти для фрагмента.

Среднее число передач управления между *i*-м и *j*-м ПК, равное q_{ij}, можно оценить на основе численных усредненных результатов измерений. Алгоритм минимизации системных затрат интеграции ПК приведен ниже:

1) построение матрицы переходных вероятностей цепи Маркова между *n* ПК $Q = \|P_{ij}\|_{i,j=1}^{n}$, $P_{ij} = g_{ij} \Big/ \sum_{j} g_{ij}$,

где g_{ij} — среднее число передач управления между *i-м* и *j-м* ПК;
P_{ij} — вероятность передачи управления *j*-му ПК;

2) описание разбиения ПК на сегменты Ф

$$V = \|\nu_{ik}\|_{i=1,\ k=1}^{n\ \ m},\ L = \|l_{ij}\|_{i,j}^{n},\ \text{где}\ \nu_{ik} = \begin{cases} 1, \textit{ если } ПК_i \in \Phi_k, \\ 0, \textit{ в противном случае}; \end{cases}$$

$$l_{ij} = \begin{cases} 1, \textit{ если блоки } i, j \in \Phi_k, \\ 0, \textit{ в противном случае}. \end{cases}$$

Ограничения $\sum_{j=1}^{n} S_j l_{ij} \le B$,

где S_i — объем памяти для *i-го* ПК,
B — объем памяти для сегмента Ф;

3) определение среднего числа переходов из *k*-го сегмента

$$C = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} m_i P_{ij} \nu_{ik},$$

где m_i — среднее число выполнений *i*-го ПК;

4) минимизация среднего числа межсегментных переходов

$$C = \sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} m_i P_{ij} \nu_{ik} \nu_{jk} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} g_{ij} l_{ij},$$

где $P_{ij} = g_{ij} \Big/ \sum_{j} g_{ij}$. При ограничениях

$$\sum_{j=1}^{n} S_j l_{ij} \le \text{B},\ \ l_{ij} + l_{it} + l_{jt} - 2 l_{ij} l_{it} l_{jt} \le 1 \quad \text{для} \quad \forall i, j, t,$$

обеспечивающих вхождение каждого ПК в состав лишь одного сегмента Ф.

5) решение задачи минимизации числа межсегментных переходов стандартными методами целочисленного линейного программирования, например, средствами платформы Mathematica.

Ниже представлено решение задачи оптимального разбиения совокупности ПК на отдельные фрагменты с минимальной частотой взаимного обмена данными. Граф этого процесса представлен на рисунке 2, распределение памяти приведено в таблице 1.

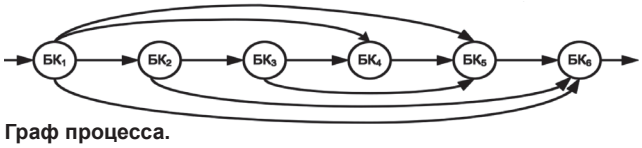


Рис. 2. Граф процесса.

Табл. 1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАМЯТИ ПК

Блоки	Блоки процесса					
	1	2	3	4	5	6
Объем БК, байт	3000	2000	1500	1000	700	500

Значения g_{ij} получены путем реализации процесса с помощью программного монитора. Результаты измерений приведены в таблице 2.

Табл. 2. СРЕДНЕЕ ЧИСЛО ПЕРЕДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

g_{ij}	1	2	3	4	5	6
1	0	372		12		
2		0	270			9
3			0	227	13	
4				0	732	
5					0	21
6						0

Учитывая значения g_{ij}, можно рассчитывать элементы матрицы переходных вероятностей $P_{ij} = g_{ij} \Big/ \sum_j g_{ij}$, представленные в таблице 3.

Табл. 3. ЗНАЧЕНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

g_{ij}	1	2	3	4	5	6
1	0	0,87		0,07		
2		0	0,73			0,03
3			0	0,70	0,04	
4				0	0,96	
5					0	0,1
6						0

Искомыми переменными здесь являются элементы матрицы $L = \left\| l_{ij} \right\|_{i,j=1}^{n}$,

где $l_{ij} = \begin{cases} 1, \textit{если блоки } i \textit{ и } j \textit{ входят в состав одного фрагмента}, \\ 0, \textit{в противном случае}. \end{cases}$

Зависимости времени реализации последовательности ПК от заданного числа переходов между фрагментами приведены в таблице 4.

Анализ данных таблицы позволяет выделить значения числа межфрагментных переходов, оказывающих существенное влияние на время реализации последовательности ПК.

Табл. 4. РЕАЛИЗАЦИИ КОМПОНОВОК ФРАГМЕНТОВ

Число межсегм. переходов	l_{12}	l_{13}	l_{14}	l_{23}	l_{25}	l_{26}	l_{56}	l_{46}	Время реализации, мл/сек
0	1	1	1	1	1	1	1	1	3,57
30	0	0	1	1	1	1	1	1	3,72
100	1	1	0	0	1	1	1	1	3,85
200	1	1	1	1	0	0	1	1	4,03
1000	1	1	1	1	1	1	0	0	5,71
2000	0	0	0	0	1	1	1	1	7,31

Используя программную реализацию метода полного перебора, получены оптимальные, по минимуму взаимного обмена данными, компоновки фрагментов, представленные в таблице 5.

Табл. 5. ОПТИМАЛЬНЫЕ КОМПОНОВКИ ПК

l_{15}	l_{16}	l_{14}	l_{23}	l_{25}	l_{26}	l_{46}	l_{56}
1	1	1	1	1	1	1	1

Из представленной таблицы видно, что целесообразным сочетанием являются следующие ПК: 1–5, 1–6, 1–4, 2–3, 2–5, 2–6, 4–6, 5–6. Отсюда следует, что все ПК процесса необходимо разбить на два фрагмента, состоящих из ПК 1–4–5–6, 2–3; или 1–4, 2–3–5–6.

После проведения фрагментации процесса проведено измерение времени его выполнения. При среднем количестве переходов между фрагментами, равным 300 время реализации уменьшилось на 23 % и составило 3,68.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мочалов Д.В.** Приближенный метод расчета процессно-ориентированных систем управления телекоммуникационными сетями и бизнесом оператора связи // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. 2012. №3. С. 40–45.
2. **Авен О.Н., Гурин Н.Н., Коган Я.А.** Оценка качества и оптимизация вычислительных систем. М.: Наука, 1982. 464 с.

ОБ АВТОРЕ

Мочалов Дмитрий Валерьевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», аспирант кафедры защиты информационной безопасности автоматизированных систем. kafasoiu@stv.runnet.ru.

Mochalov Dmitrij Valerevich, the post-graduate student dep. SI, North-Caucasus federal university. kafasoiu@stv.runnet.ru.

УДК 591.9

А. А. Лиховид [A. A. Likhovid],
К. В. Харин [K. V. Kharin],
К. Ю. Шкарлет [K. Y. Shkarlet]

СОВРЕМЕННОЕ ФАУНИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Modern faunistic variety of land vertebral landscapes of Stavropol plateau

В статье рассмотрено современное состояние фаунистического разнообразия наземных позвоночных в пределах ландшафтов Ставропольской возвышенности; выявлены основные типы биотопов животного населения и показана роль охраняемых территорий в сохранении современной фауны.

The current state of a faunistic variety of land vertebrata within landscapes of the Stavropol height is considered. The main types of biotopes of the animal population are revealed and the role of protected territories in preservation of modern fauna is shown.

Ключевые слова: животное население, биотопы, местообитания.
Key words: the animal population, biotopes, habitats.

Фауна Ставропольской возвышенности своеобразна и характеризуется многообразием систематических, зоогеографических и экологических групп. Она отличается особой экологической структурой животного населения и большим разнообразием на уровне различных таксонов животного мира.

В качестве фондовых материалов использовались данные, содержащиеся в литературе, отражающие современное состояние фауны и населения наземных позвоночных Ставропольского края (2).

Во время проведения полевых исследований современное фаунистическое разнообразие изучалось путем количественных учетов животных. Учет проводился во всех ландшафтах лесостепной и степной провинций в пределах Ставропольской возвышенности, с учетом приуроченности животных к определенным биотопам.

Интенсивная антропогенная нагрузка в пределах изучаемых ландшафтных провинций Ставропольской возвышенности повлияла на неоднородность морфологической структуры ландшафтов и сформировала определенные типы основных биотопов, в рамках которых происходит существование животного населения.

В связи с этим нами были выделены следующие основные типы биотопов, занятые своеобразными комплексами наземных позвоночных животных:

1) леса;
2) пашни;
3) пастбища и сенокосы;
4) пойменные комплексы;
5) населенные пункты.

Большую долю площади рассматриваемой территории занимают биотопы пашни, затем, по мере уменьшения доли их площади, занимаемые выделенные типы биотопов — пастбища, леса, населенные пункты и пойменные комплексы. Особое место принадлежит животному населению биотопов населенных пунктов, которые отличаются в структуре населения высокой долей видов синантропов.

В пределах территорий существующих ООПТ ранга памятников природы и природных заказников ввиду наибольшей степени сохранности данных участков от антропогенного воздействия можно выделять комплексы животного населения лугово-степных типов биотопов.

Наличие в пределах изучаемой территории внутренних водоемов позволяет выделять животное население наземных позвоночных животных береговых комплексов.

Развитие сети особо охраняемых природных территорий является важнейшей составляющей частью сохранения и приумножения зооразнообразия. В этом ключе наибольший интерес вызывают проблемы выявления территорий и экосистем, характеризующихся высокой степенью разнообразия, большим числом эндемичных или находящихся в опасности видов, а также природных комплексов, необходимых для мигрирующих видов.

В целях познания зоологического разнообразия изучаемой территории необходимо провести анализ таксаномического разнообразия сети ООПТ Ставропольской возвышенности, т. к. в ее рамках остаются менее затронутые хозяйственной деятельностью человека естественные биотопы, характерные в целом для изучаемой территории.

Изучение фаунистического разнообразия нами проводилось в пределах существующих ООПТ ранга памятников природы и природных заказников, совмещающих в себе разные виды местообитаний, отражающих специфику изучаемой территории в целом и сохранность видов.

Данные о структуре фауны наземных позвоночных в пределах существующих памятников природы и природных заказников, расположенных в пределах Ставропольской возвышенности, представлены в таблицах 1, 2.

ООПТ Ставропольской возвышенности ранга памятников природы и природных заказников, занимая небольшие площади относительно территории Ставропольского края в целом, обладают достаточно уникальным зоологическим разнообразием наземных позвоночных — в среднем они обеспечивают существование 16,3 % всего биологического разнообразия назем-

Табл. 1. СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФАУНЫ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПРЕДЕЛАХ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

№ п/п	Наименование ООПТ	Общее кол-во видов	Земно-водные	Пресмыкающиеся	Птицы	Млекопитающие	ККР, ККС
	Памятники природы						
1	Лес Дубовый	49	5	6	24	14	3
2	Лопатинская лесная дача	72	3	8	40	18	5
3	«Четвертая балка»	30	1	5	10	14	3
4	Каменные сараи	24	3	3	11	7	1
5	Киселевский (каменный) курган	28	1	3	17	7	3
6	Гора Голубиная	29	1	4	17	7	3
7	Столбы	59	4	5	31	19	4
8	Гора Брык	70	2	4	39	25	4
9	«Каменный хаос» на горе Стрижамент	41	5	2	22	12	4
10	Гора Острая (Шпаковского района)	17	1	2	8	2	2
11	«Балка Второй Лог»	42	2	2	26	12	—
12	Курган лохматый	25	1	2	14	8	—
13	Роща сосны крымской	21	1	2	14	4	—
14	«Буковый лес» на горе Стрижамент	41	5	2	22	12	4
15	Дендрарий СНИИСХА	38	3	3	21	11	1
16	«Травертиновый источник»	33	4	—	18	11	1

ных позвоночных животных фауны Ставрополья. Достаточно невысокий показатель указывает на необходимость расширения сети ООПТ, что положительно сможет отразиться на сохранении и восстановлении биоразнообразия лесостепных и степных ландшафтов края Ставропольской возвышенности в частности.

границы провинций;

границы подучастков.

I — Степная провинция, Понтический округ, Азово-Сарпинский участок:
а — Азово-Сарпинский подучасток,
б — Кубано-Терский подучасток;

II — Туранская пустынно-степная провинция, Каракумский округ, Северо-западный каспийский участок: Терско-Кумский подучасток;

III — Средиземноморская провинция, Кавказский округ, Северо-Кавказский лесной участок, подучастки:
а — Ставропольский,
б — Прикалаусский,
в — Пятигорский (Кавминводский).

Рис. 1. **Зоогеографическое районирование Предкавказья.**

Таблица 2. СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФАУНЫ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ЗАКАЗНИКОВ В ПРЕДЕЛАХ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

№ п/п		Наименование ООПТ	Общее кол-во видов	Земноводные	Пресмыкающиеся	Птицы	Млекопитающие	ККР, ККС
Заказники	1.	Вишневая поляна	76	3	8	52	13	4
	2.	Приозерный	123	3	10	90	20	16
	3.	Ставропольский чернозем	28	1	2	18	7	–
	4.	Кравцово озеро	86	5	7	53	17	2
	5.	Удачный	78	3	8	51	16	4
	6.	Новоселицкий	98	4	5	56	22	–
		Журавское лесничество Темнолесский участок	71	3	5	52	11	11
	7.	Александровский	115	3	9	78	25	5
	8.	Русский лес	85	3	4	62	16	3

Сравнительная характеристика фаунистического разнообразия наземных позвоночных (в их количественном и качественном отношении) степных и лесостепных ландшафтов в пределах Ставропольской возвышенности показало значительное сходство, что объясняется общностью природно-климатических условий в рамках рассматриваемых нами типов биотопов. При этом наибольшим сходством наземных позвоночных отличаются биотопы агроценозов и населенных пунктов.

Наличие разных типов лесов в пределах ландшафтов лесостепной провинции Ставропольской возвышенности объясняет большее фаунистическое разнообразие в связи с наличием более сложным набором основных мест обитания.

Анализ фаунистического состава населения наземных позвоночных Ставропольской возвышенности показывает, что структура тетраподофауны имеет сложную полигенетическую структуру. В системе зоогеографического (фаунистического) районирования Предкавказья (1) ис-

следуемая территория Ставропольской возвышенности лежит в пределах Степной и Средиземноморской провинций Понтического округа (рис.).

Как показали проведенные исследования, современная фаунистическая структура наземных позвоночных животных основных типов биотопов ландшафтов Ставропольской возвышенности представлена 5 видами земноводных, 6 видами пресмыкающихся, 90 видами птиц и 25 видами млекопитающих.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лиховид А. А., Тертышников М. Ф.** Зоогеографическое (фаунистическое) районирование Предкавказья // Современная биогеография. М.: ИИЕТ РАН, 2001. С. 83–88.
2. **Тертышников М. Ф., Лиховид А. А., Харченко Л. Н., Горовая В. И.** Позвоночные животные Ставрополья (история формирования и современное состояние фауны и населения). Ставрополь: Сервисшкола, 2002. 224 с.

ОБ АВТОРАХ

Лиховид Андрей Александрович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор географических наук, профессор, директор Института естественных наук Северо-Кавказского федерального университета, заведующий кафедрой экологии и природопользования. likhovid@mail.ru

Харин Константин Викторович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры экологии и природопользования Института естественных наук. k-harin79@mail.ru

Шкарлет Константин Юрьевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования Института естественных наук.

Likhovid Andrey Aleksandrovich, North-Caucasian Federal University, Director of Institute of Natural Sciences, Head of Ecology and Nature Management Department, Doctor of geographical sciences, professor.

Kharin Konstantin Viktorovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Ecology and Nature Management, candidate of geographical sciences, associate professor.

Shkarlet Konstantin Yur'evich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Ecology and Nature Management, candidate of geographical sciences, associate professor.

УДК 502.33

П. А. Диденко [P. A. Didenko]

БАЛЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАНДШАФТОВ (на примере степной провинции Ставропольской возвышенности)

Mark assessment of natural potential of landscapes (on the example of the steppe province of Stavropol Plateau)

В статье дается определение, структура и методика исследования природного потенциала; проводится оценка природно-ресурсного потенциала степных ландшафтов. На основе оценки определяется степень благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного производства.

The article gives definition, structure and methods of research of natural potential is given; the assessment of natural and resource potential of steppe landscapes is carried out. On the basis of an assessment indicators of usefulness of landscapes for agricultural production is defined.

Ключевые слова: компонентно-ресурсный, территориально-ресурсный, природный потенциал, ландшафт, оценка.
Key words: component and resource, territorial and resource, natural potential, landscape, assessment.

Для совершенствования оптимального аграрного природопользования становится актуальным обоснование и размещение сельскохозяйственных угодий с учетом природного потенциала ландшафтов (7). Природный потенциал можно определить как совокупность природных ресурсов, обеспечивающих потенциальные возможности формирования и функционирования различных видов хозяйственной деятельности на территории данного ПТК. Выделяются две составляющих природного потенциала: компонентно-ресурсный и территориально-ресурсный потенциалы (рис. 1).

Такое понимание природного потенциала предполагает расчет суммарного природного потенциала, включающего в себя частные потенциалы отдельных компонентов. Оценку частных потенциалов предлагается проводить по 5-балльной системе. При суммарной оценке природного потенциала вычисляется сумма баллов частных потенциалов.

Для характеристики климатических компонентов анализируются следующие показатели: продолжительность безморозного периода; продолжительность периода с вегетационно активной температурой (выше 10 ºС); сумма среднесуточных температур; количество осадков за год; количество осадков за период с температурой выше 10 ºС; влажность за этот же период.

Характеристика почвенных компонентов включает в себя выделение преобладающих типов почв, содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, реакция pH водного раствора, механический состав, засоленность.

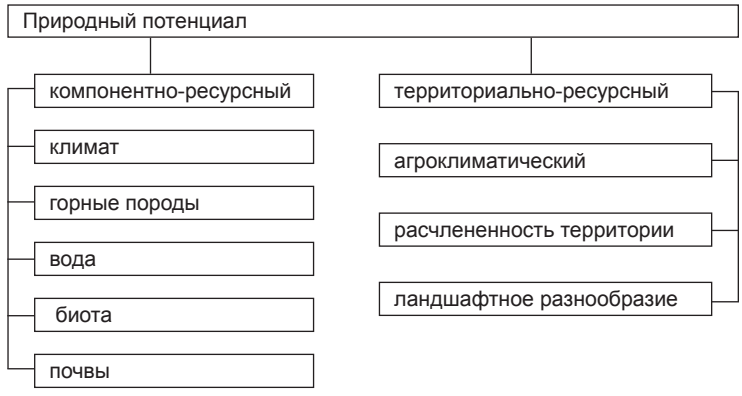


Рис. 1. Структура природного потенциала.

По мощности гумусового горизонта (А+В) были выделены сверхмощные почвы (более 120 см) — 4 балла, мощные (120–80 см) — 3 балла, среднемощные (80–40 см) — 2 балла, маломощные (менее 40 см) — 1 балл.

По гумусу: тучные (более 9 %) — 4 балла, среднегумусные (9–6 %) — 3 балла, малогумусные (6–4 %) — 2 балла и слабогумусированные, с содержанием гумуса менее 4 % — 1 балл.

По содержанию сухого остатка или суммы солей почвы оценивались следующим образом: незасоленные (менее 0,3 %) — 4 балла, слабозасоленные (0,3–0,6 %) — 3 балла, среднезасоленные (0,6–1 %) — 2 балла, сильнозасоленные (1–2 %) — 1 балл и солончаки (более 2 %) — 0 баллов.

По кислотно-щелочной реакции почвам были присвоены следующие баллы: нейтральные почвы с реакцией 5,6–7,4 — 4 балла, слабокислые (5,1–5,5) и слабощелочные (7,5–8,5) — 3 балла, среднекислые (4,6–5,0) — 2 балла, сильнокислые (4,5 и менее) и сильнощелочные (более 8,5) — 1 балл.

По механическому составу максимальный балл (3) был присвоен средне- и легкосуглинистым почвам, так как они содержат сравнительно большое количество питательных веществ, легко обрабатываются и обладают хорошим водно-воздушным режимом, обеспечивающим химико-биологические процессы в почве. Низший бал (1) получили глинистые почвы как обладающие плохими физическими свойствами и хуже поддающимися обработке, а также песчаные почвы как бесструктурные и с незначительными запасами питательных веществ. Промежуточный балл (2) получили супесчаные и тяжелосуглинистые почвы.

Важнейшими характеристиками рельефа, от которых зависят сток и эрозия почв, являются крутизна, длина и экспозиция склонов.

Оценка водных компонентов проводилась на основе величины годового стока поверхностных вод, наличия и качества подземных вод. В качестве характеристик годового стока рассматривались: суммарный объем стока (м), модуль стока (объем стока в единицу времени с единицы площади во-

досбора, л/с с км^2), коэффициент стока (отношение величины стока к количеству осадков).

Для характеристики подземных вод использовались данные о глубине их залегания (м) и уровне минерализации (г/л), что характеризует их как фактор, влияющий на развитие орошение или необходимость дренажа и отвода.

Оценка биогенного природного потенциала осуществлялась по многообразию ее видового состава и урожайности в зеленой массе по морфологическим единицам ландшафта.

Оценка территориально-ресурсного потенциала представляет собой интегральную оценку компонентного потенциала по морфологическим единицам ландшафта и его внутриландшафтное разнообразие, обеспечивающее устойчивость ландшафта, а также степень их антропогенной измененности.

Перечисленные выше данные климатических компонентов легли в основу расчета коэффициента увлажнения. Ландшафты оценивались по пятибалльной шкале. Наивысший балл (4) присваивался территории с $K_{ув}$ 1 и более, так как такое увлажнение является оптимальным для возделывания пшеницы как одной из основных сельскохозяйственных культур. Балл 3 был присвоен территории с $K_{ув}$ 0,9–0,99; 2 — с $K_{ув}$ 0,7–0,89 (1 балл соответствует $K_{ув}$ 0,5–0,69 и 0 — менее 0,5).

Для оценки вертикальной и горизонтальной расчлененности территории использовался показатель степени вертикальной расчлененности территории, который характеризуется глубиной расчленения рельефа, отражающей превышение водоразделов над базисами эрозии. Этот показатель определяется как разность наибольшей и наименьшей абсолютных высот. Для глубины расчленения рельефа принята шкала относительных высот со следующими баллами: более 500 м — 0 баллов; 300–500 м — 1; 200–300 м — 2; 100–200 м — 3 и 50–100 м — 4 балла.

Горизонтальное расчленение рельефа (коэффициент расчлененности) характеризуется длиной овражной и гидрографической сети на 1 км^2 площади (5). Различаются очень слабая (меньше 0,1 км/км^2), слабая (0,1–0,4), средняя (0,4–0,7), сильная (0,7–1) и очень сильная (больше 1) степени развития эрозии.

Одной из задач организации землепользования на ландшафтной основе является анализ морфологической структуры ландшафтов и ее взаимосвязь с пространственным размещением сельскохозяйственного землепользования. При этом большое внимание уделяется неоднородности ландшафтной структуры (3, 1, 6).

Для оценки внутриландшафтного разнообразия использовались индекс дробности

$$K = \frac{n}{S},$$

где n — количество контуров,
S — общая площадь;
и коэффициент сложности $K = \frac{n}{So}$,

где So — средняя общая площадь ($So = \frac{S}{n}$).

Чем больше значение K, тем разнообразнее ландшафтная структура территории.

Степные ландшафты занимают западные, северные и восточные районы Ставропольской возвышенности с абсолютными высотами 200–350 м (рис. 2).

Большая часть территории сложена лессовидными суглинками, которые подстилаются осадочными породами плиоцена. В рельефе преобладают эрозионно-аккумулятивные равнины, где водораздельные слабо расчлененные пространства чередуются с речными долинами и балками. Климат провинции континентальный. Испаряемость увеличивается до 700–800 мм при сокращении годовых сумм осадков (400–450 мм). Поэтому здесь сформировались злаковые (ковыльно-типчаковые) степи на черноземах. Однако дефицит влаги снижает ресурсовоспроизводящие функции в использовании почв ландшафтов.

Наиболее благоприятен в климатическом отношении Егорлыкско-Сенгилеевский ландшафт (2 балла), на его территории $K_{ув}$ составляет 07–08. Это связано с его наибольшей приподнятостью и крайним юго-западным положением в Ставропольском крае. 1-й балл присвоен Расшеватско-Егорлыкскому ландшафту ($K_{ув}$ 0,5–0,65), занимающему крайнее западное положение на возвышенности. Наименьший балл — 0 присвоен Среднеегорлыкскому, Бурукшунскому, Нажнекалаусско-Айгурскому и Карамык-Томузловскому ландшафтам, располагающимся на северо-востоке и востоке степной провинции и получающим меньшее по сравнению с другими ландшафтами количество осадков.

Определяющую роль в формировании стока играет крутизна склона. Пороговая величина крутизны, при которой начинается эрозия, сильно различается в зависимости от литологии почвообразующих пород и ряда других условий. Поэтому единой классификации склонов в данном отношении быть не может.

Для характеристики вертикальной и горизонтальной расчлененности территории использовался показатель степени вертикальной расчлененности территории, который характеризуется глубиной расчленения рельефа, отражающей превышение водоразделов над базисами эрозии. Этот показатель определяется как разность наибольшей и наименьшей абсолютных высот. Для глубины расчленения рельефа принята шкала относительных высот со следующими баллами: более 500 м — 0 баллов; 300–500 м — 1; 200–300 м — 2; 100–200 м — 3 и 50–100 м — 4 балла. В соответствии с этой шкалой для степных ландшафтов наиболее типичны баллы 1–0.

Наибольшие углы наклона имеются в Егорлыкско-Сенгилеевском ландшафте — 2,1°, что соответствует 2-м баллам; 3 балла присвоено Карамык-Томузловскому ландшафту, так как средний угол наклона здесь равен 1,4°. В остальных ландшафтах угол наклона не превышает 1° (4).

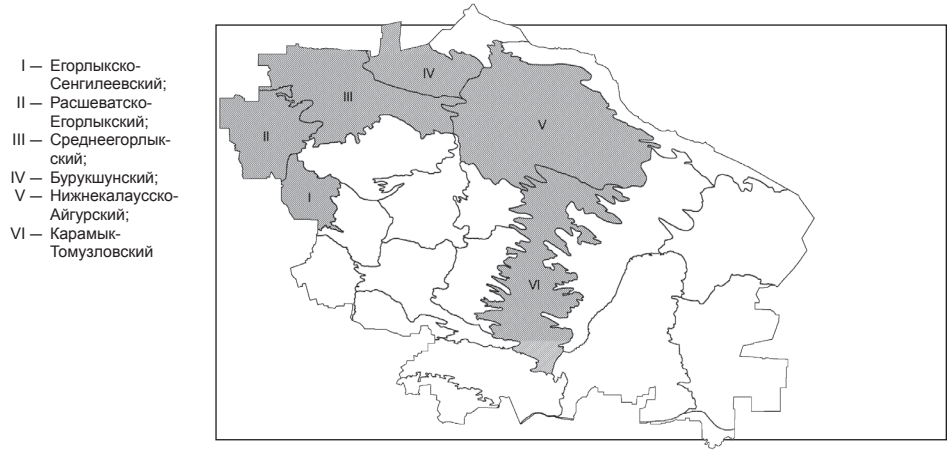


Рис. 2. Ландшафты степной провинции Ставропольского края.

Горизонтальное расчленение рельефа характеризуется длиной гидрографической сети на 1 км^2 площади, а также средним расстоянием между соседними тальвегами эрозионной сети (5). Первый показатель, называемый коэффициентом расчлененности территории, определяется по формуле

$$K = \frac{L}{P},$$

где L — общая длина гидрографической сети, км;
P — площадь ландшафта, км^2.

С увеличением этого коэффициента возрастает площадь смытых почв.

Второй показатель — среднее расстояние между соседними тальвегами речной (эрозионной) сети — определяется по формуле

$$a = \frac{P}{L},$$

где a — среднее расстояние между соседними тальвегами в пределах площади ландшафта, км.

Колебания относительных высот Егорлыкско-Сенгилеевского ландшафта составляют 200–300 м, соответственно, глубина вертикального расчленения этого ландшафта 100 м; Расшеватско-Егорлыкский от 150–350 м с глубиной вертикального расчленения 200 м; Среднеегорлыкский ландшафт — 100–250 м, глубина вертикального расчленения составляет 150 м; Бурукшунский ландшафт — 50–150 м с глубиной вертикального расчленения 100 м; Нижнекалаусско-Айгурский ландшафт — 100–290 м, глубина его вертикального расчленения равна 190 м; и Карамык-Томузловский ландшафт с колебанием относительных высот 100–336 м имеет глуби-

ну вертикального расчленения 236 м. В соответствии со шкалой вертикального расчленения для степных ландшафтов наиболее типичны баллы 2–3.

Степень развития линейной эрозии по ландшафтам различается незначительно: от 0,10 в Нижнекалаусско-Айгурском до 0,26 в Среднеегорлыкском ландшафте, что связано незначительным развитием гидрографической сети.

Наибольшее количество морфологических единиц имеет Нижнекалаусско-Айгурский ландшафт, однако, коэффициент сложности и индекс дробности у него составляют 0,004 и 0,0007 соответственно, что связано с его большой площадью — 7810 км^2. В связи с этим ему присвоен минимальный балл — 0. Кроме него 0 баллов имеют Расшеватско-Егорлыкский и Карамык-Томузловский ландшафты с коэффициентом сложности 0,001 и 0,003 и индексом дробности 0,001 и 0,0007 соответственно. По 1 баллу набрали Среднеегорлыкский и Бурукшунский ландшафты с коэффициентом сложности 0,002 и 0,012 и индексом дробности 0,0007 и 0,002 соответственно. Больше всего баллов (3 балла) набрал Егорлыкско-Сенгилеевский ландшафт с коэффициентом сложности и индексом дробности 0,021 и 0,004. Баллы были присвоены по следующей шкале: 4 балла — 1–0,008; 3 балла — 0,006–0,0079; 2 балла — 0,004–0,0059; 1 балл — 0,002–0,0039 и 0 баллов — 0–0,0019. Таким образом, чем больше коэффициент сложности и индекс дробности, тем ландшафт устойчивее к антропогенному воздействию и тем разнообразнее можно устроить его сельскохозяйственную структуру.

На исследуемой территории степень благоприятности для сельскохозяйственного производства различна (см. табл.).

Наибольшую оценку получил Егорлыкско-Сенгилеевский ландшафт за счет его более высокого агроклиматического потенциала по сравнению с другими степными ландшафтами, небольшой расчлененности и развития овражной эрозии. Однако слабое разнообразие ландшафтной структуры делает его менее устойчивым к антропогенной нагрузке и должно служить ограничивающим фактором при организации сельскохозяйственного землепользования. Наименьшую оценку получили Карамык-Томузловский, Нижнекалаусско-Айгурский и Расшеватско-Егорлыкский ландшафты, что связано с расчлененностью территории и менее благоприятными гидротермическими условиями.

Таким образом, основным лимитирующим фактором при организации пространственной структуры агроландшафтов является степень расчлененности территории, развитие эрозионных процессов и климатические условия.

Учитывая природные особенности степных ландшафтов, необходимо проведение мероприятий по более оптимальному их использованию. Так, в ландшафтах, где особенно интенсивно протекают эрозионные процессы, большое значение имеет комплекс мероприятий по защите почв от эрозии: противоэрозионная организация территории с выделением земель с сильно смытыми почвами в почвозащитные севообороты, контурная обработка почв, увеличение посевов многолетних трав и т. д.

СТЕПЕНЬ БЛАГОПРИЯТНОСТИ ЛАНДШАФТОВ
ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ландшафт	Агроклиматический потенциал	Расчленен-ность	Ландшафтное разнообразие	Суммарный балл
Егорлыкско-Сенгилеевский	2	9	3	14
Расшеватско-Егорлыкский	1	10	0	11
Среднеегорлыкский	0	11	1	12
Бурукшунский	0	11	1	12
Нижнекалаусско-Айгурский	0	11	0	11
Карамык-Томузловский	0	9	0	9

ЛИТЕРАТУРА

1. **Викторов А. С.** Применение различных показателей при проведении границ природно-территориальных комплексов (на примере Приаральских Каракумов). Землеведение. Т. 11. 1976.
2. **Диденко П. А.** Агроландшафты лесостепной провинции Ставропольской возвышенности: рукопись канд. дисс. Ставрополь, 2001.
3. **Ивашутина Л. И., Николаев В. А.** К анализу ландшафтной структуры физико-географических регионов // Вестник МГУ. Сер. геогр. 1969. №4. С. 49–59.
4. **Каторгин И. Ю.** Анализ морфометрических показателей рельефа ландшафтов Ставропольского края (на примере крутизны склонов) // Вопросы географии и краеведения. Ставрополь, 2008. С. 22–28.
5. **Кирюшин В. И.** Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 366 с.
6. **Николаев В. А.** Проблемы регионального ландшафтоведения. М.: Изд-во МГУ, 1979. 160 с.
7. **Пашканг К. В., Васильева И. В. и др.** Опыт ландшафтного исследования совхоза для сельскохозяйственных целей // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1962. №4. С. 6–14.
8. **Шальнев В. А.** Ландшафты Ставропольского края. Ставрополь, 1995. 51 с.

ОБ АВТОРЕ

Диденко Павел Анатольевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», канд. геогр. наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения Института естественных наук. didenkop@yandex.ru.

Didenko Pavel Anatolyevich, candidate of geographical sciences, associate professor, North Caucasian federal university, Institute of natural sciences, chair of physical geography and landscape science. didenkop@yandex.ru.

УДК 528.9

А. А. Лиховид [A.A. Likhovid],
М. В. Черномуров [M. V. Chernomurov],
В. В. Гришин [V. V. Grishin]

МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ТЕМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В КОРИДОРЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Methodological apparatus thematic interpretation remote sensing in corridor of gas pipeline

В статье рассмотрен принцип тематического дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли; определены негативные факторы в коридоре магистрального газопровода.

The principle of thematic interpretation of remote sensing data.
Identified negative factors in the pipeline corridor.

Ключевые слова: газопровод, дешифрирование, негативные факторы.
Key words: pipeline, interpretation, negative factors.

Растущие потребности в энергетических ресурсах, прежде всего, в нефти и газе, предопределяют необходимость значительного повышения эффективности и оперативности диагностических работ. Быстрое развитие дистанционных методов изучения природных ресурсов Земли обеспечивает получение и совершенствование большого количества информационных материалов, и их широкое использование в различных отраслях.

Качественное проведение работ по тематическому дешифрированию данных дистанционного зондирования Земли невозможно без учета природных особенностей территории (рис. 1).

Обследованные территории расположены на равнинной местности с чередующимися полями, лесами и болотами, проложены в одном коридоре. Основным типом почв, на которых произрастают массивы коренных пихтоельников и производных от них лесов, являются горные лесные кислые неподзоленные почвы. Участок исследования располагается в северной части Челябинской области. Территория района характеризуется развитой гидросетью, в особенности озерными образованиями в восточной части участка исследования. Кроме озерных образований, на участке исследования находится значительное количество болот и торфяных проявлений. Леса смешанные, преимущественно берёзово-сосновые. Территория характеризуется как лесостепь с чередованием степных участков и массивами леса. Вдоль трассы газопровода распространены луговые и степные виды растительности. Рельеф

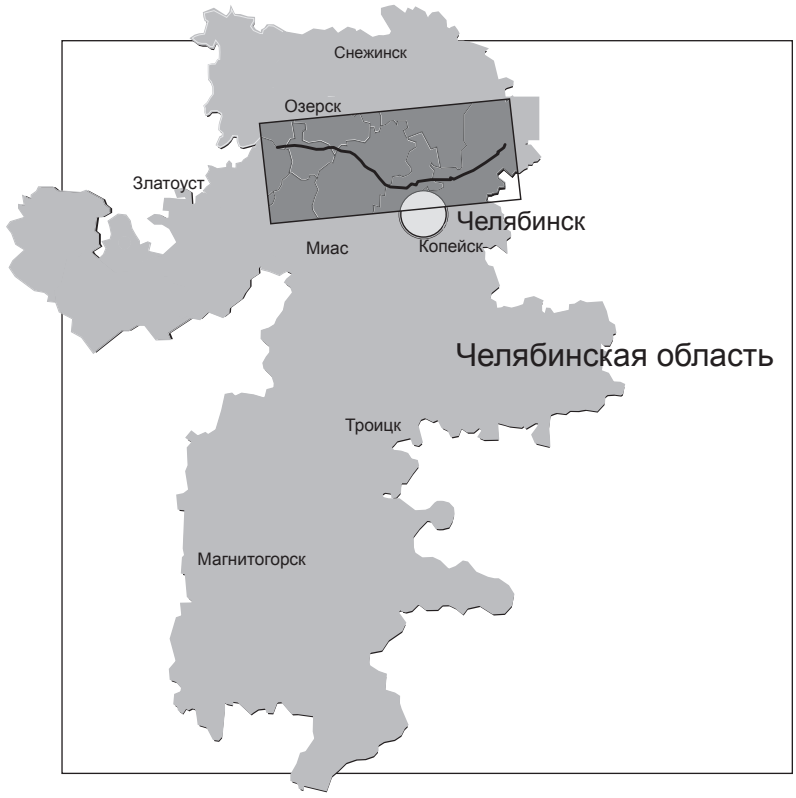


Рис. 1. Обзорная схема коридора магистральных газопроводов.

в восточной части ровный, высота над уровнем моря — 180–220 метров. Наблюдается общее повышение к западу до 1100–1200 метров.

Отложения четвертичного возраста вдоль трассы сложены преимущественно суглинками, супесями, торфами озерного элювиально-делювиального генезиса. На западе отмечаются частые выходы на поверхность коренных пород. Тектоническая сеть сильно развита в горной части трассы газопровода.

Коренные породы преимущественно сложены в восточной части опоками, галечником, туфами и серпентинитами. В западной части — гнейсами, габбро-диоритами, гранитами и сланцами различного возраста.

Газопроводы пролегают в грунтах с высокой коррозионной агрессивностью. Значения удельного электрического сопротивления грунтов по трассе обследованных газопроводов изменяется в пределах от 8 до 21 Ом/м.

Методически в работе нашли применение два способа дешифрирования: визуальное и автоматизированное. Выделение объектов на космических снимках происходило на основе использования дешифровочных признаков, под которыми понимаются характерные особенности природных и антропогенных объектов дешифрирования, проявленные в данных дистанционного зондирования Земли и позволяющие опознать, выделить и проинтерпретировать эти объекты.

Дешифровочные признаки подразделяются на прямые и косвенные. К прямым относятся три группы признаков:

— геометрические (тень, размер, форма);
— яркостные (цвет, фототон);
— структурные (текстура, рисунок).

Косвенные признаки разделяются на три группы:

— объектов;
— свойств объектов;
— движения или изменений.

К особенностям визуального метода дешифрирования можно отнести одновременное использование всей совокупности дешифровочных признаков на основе логистического мышления, базы знаний и интуиции эксперта-дешифровщика. Данный метод использовался при выявлении эрозионных участков гравитационного и гидрологического характера, карстовых форм, а так же при уточнении границ растительных сообществ.

К преимуществам автоматизированного метода дешифрирования можно отнести возможность преобразования яркостей цифровых снимков и выполнения математических операций. В работе применялся метод объектно-ориентированного дешифрирования (основанный на геометрических, спектральных и текстурных свойствах объектов) при выделении границ растительных сообществ, заболоченных и обводненных участков.

Фактической основой работы являлись космические снимки со спутника GeoEye, World View–1. За счет очень высокого пространственного разрешения (0,5 м на местности) данный вид съемки обеспечивает высокую надежность дешифрирования природных и антропогенных объектов. Наряду с космическими снимками в качестве дополнительных материалов в работе использовалась съемка с БПЛА, схемы физико-географического районирования, цифровая модель рельефа SRTM, база эталонов дешифрирования.

Выделение карстовых форм, заболоченных и обводненных участков выполнялось методом визуального дешифрирования. Главные дешифровочные признаки:

— геометрические характеристики;
— смена растительных сообществ;
— приуроченность к отдельным геоморфологическим структурам (долины рек, понижения рельефа, террасы рек).

Всего в ходе работы было выделено 3 участка карстования, в пределах которых были отмечены карстовые формы рельефа — воронки и провалы. В геоморфологическом отношении — это полого-наклонные слаборасчленённые участки предгорий Урала с абсолютными высотами 200–250 м.

Наиболее крупная зона в пределах буфера дешифрирования имеет площадь 25 га (рис. 2.). Воронки достигают в диаметре 813 м, провалы 0,17 га по площади.

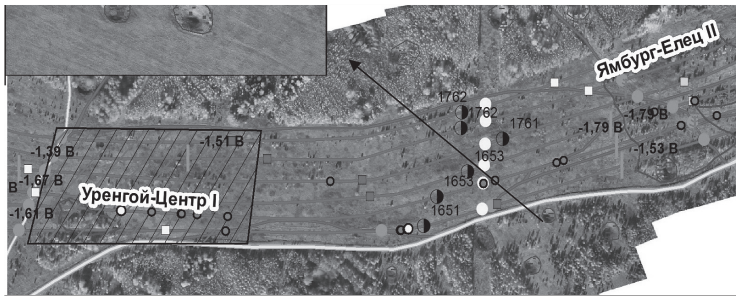


Рис. 2. Участок проявления карста.

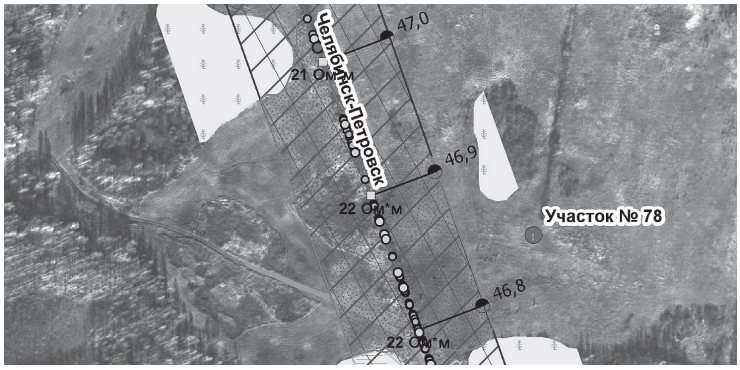


Рис. 3. Участок проявления суффозий.

Наряду с карстом были выявлены участки проявления суффозионных процессов. При этом их особенности развития таковы, что они являются достаточно пассивными и не столь существенны для функционирования инфраструктуры. Геоморфологические условия развития сходны с карстом. К таким условиям можно отнести также наличие карбонатных песчано-глинистых отложений в сочетании с достаточной обводненностью территории. Существенное распространение суффозия получила в западной части участка дешифрирования, где на небольшой территории сконцентрировались 23 суффозионных западины размером от 30 до 110 м общей площадью 12 га (рис. 3.).

Заболоченные участки выделяются в следующие классы:

— переходное болото, которое представляет собой заболоченную территорию, проросшую кустарником или сосной. Максимальная глубина не превышает 1–2 м;
— заболоченный лес — покрытые лесной растительностью подтопленные участки в локальных понижениях рельефа;
— участки заболачивания, возникающие в результате изменения водного режима территории хозяйственной деятельности человека.

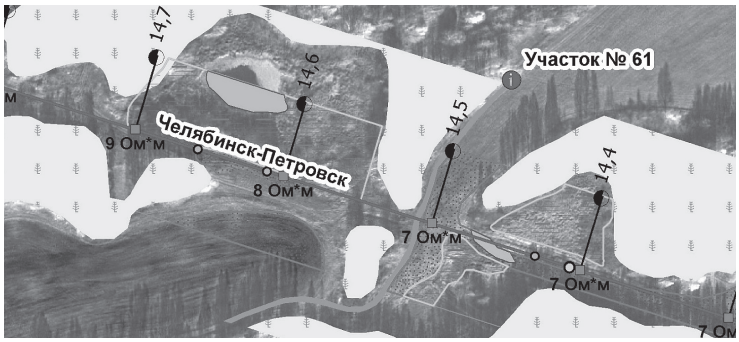


Рис. 4. Заболоченные участки (переходное болото).

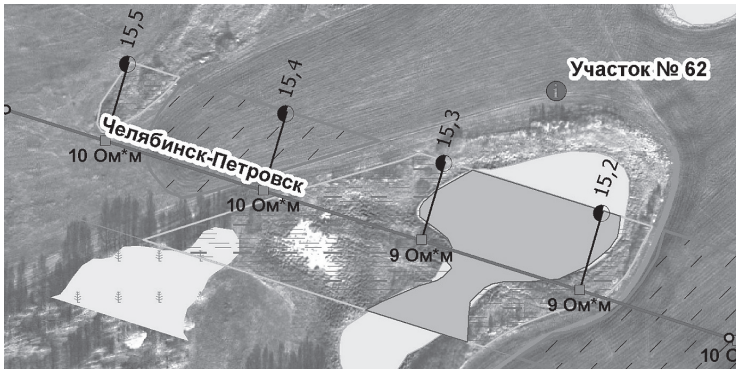


Рис. 5. Обводненный участок.

Заболоченные участки достаточно равномерно распределены на протяжении всей трассы газопровода (рис. 4.). Отдельные места подтоплений также выделены вдоль трассы газопровода и в пределах сельскохозяйственных угодий. Участки болот встречаются в поймах крупных и средних рек, а также при впадении рек в пруды и технологические водоемы, однако в силу сложности их дешифрирования они объединены с долинами рек. Всего было выделено 54 заболоченных и подтопленных участка общей площадью 360 га. Наряду с заболачиванием выделялись обводненные участки от 0,03 до 0,40 га. Обводнение зачастую возникает на пониженных участках в коридоре коммуникаций и связано с деятельностью техники или последствиями ремонтных работ (рис. 5).

В проведенной работе показаны результаты по тематическому дешифрированию данных дистанционного зондирования Земли на участках магистрального газопровода Челябинской области. Основными негативными факторами, значительно влияющими на техническое состояние магистральных газопроводов, являются процессы заболачивания территории, процессы переменного смачивания. Кроме того, значительный вклад вносят участки пересечения газопровода и различных геологических ассоциаций, например, надпойменных террас речных долин.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Афонин Л. А., Черномуров М. В.** Особенности дистанционного зондирования водных переходов магистральных трубопроводов // Материалы XIII научно-технической конференции. Северо-Кавказский государственный технический университет. 2009.
2. **Черномуров М. В.** Состав данных дистанционного зондирования для геотехнической диагностики коридора магистральных газопроводов // III научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Обеспечение эффективного функционирования газовой отрасли». 2012 (Фонд инновационного развития Ямало-Ненецкого автономного округа).
3. **Акимов М. А., Афонин Л. А., Гришин В. В.** Диагностика магистральных газопроводов и их экология по данным дистанционного зондирования // Материалы XIII региональной научно-технической конференции «Вузовская наука — Северно-Кавказскому региону». Ставрополь: Изд-во СКГТУ, 2009.
4. **Афонин Л. А.** Особенности методологии дешифрирования аэрокосмических снимков при диагностике состояния магистральных газопроводов // XXXIX научно-техническая конференция по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2009 год. Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2010. С. 134–135.

ОБ АВТОРАХ

Лиховид Андрей Александрович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор географических наук, профессор, директор Института естественных наук Северо-Кавказского федерального университета, заведующий кафедрой экологии и природопользования. ikhovid@mail.ru

Черномуров Михаил Викторович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», аспирант кафедры экологии и природопользования, руководитель ООО «СГУ Аэрокосмические технологии и мониторинг». retmike@mail.ru, sgu.aerocosmos@gmail.com

Гришин Владимир Владимирович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», аспирант кафедры экологии и природопользования, инженер-картограф ООО «СГУ Аэрокосмические технологии и мониторинг». sgu.aerocosmos@gmail.com.

Likhovid Andrey Aleksandrovich, North-Caucasian Federal University, Director of Institute of Natural Sciences, Head of Ecology and Nature Management Department, Doctor of geographical sciences, professor

Chernomurov Mikhail Viktorovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Ecology and Nature Management, postgraduate student, Head of OOO «SGU Aerospace technologies and monitoring».

Grishin Vladimir Vladimirovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of Ecology and Nature Management, postgraduate student, cartographic engineer OOO «SGU Aerospace technologies and monitoring».

УДК 911.52

А. В. Лысенко [A. V. Lysenko],
Д. С. Водопьянова [D. S. Vodopyanova],
Д. С. Азанов [D. S. Azanov]

ЭТНОКОНТАКТНЫЕ ЗОНЫ В СИСТЕМЕ ЭТНОКУЛЬТУРНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Ethnocontact zones in system of ethnocultural division into districts of the North Caucasus

В статье рассмотрены методология, принципы и таксономическая система этнокультурного районирования Северного Кавказа, охарактеризованы этнокультурные единицы районирования с учетом межэтнического взаимодействия в пределах этноконтактных зон.

The article describes the methodology, principles and taxonomic system ethnocultural of regionalization of the North Caucasus, characterized by ethnic and cultural identity of zoning with the inter-ethnic interaction within etnokontaktnyh zones.

Ключевые слова: геокультурное пространство, межэтническое взаимодействие, принципы этнокультурного районирования, этноконтактная зона, этнокультурный ландшафт.
Key words: geo-cultural, inter-ethnic interaction, principles of ethnocultural zoning etnokontaktnaya area, ethnic and cultural landscape

Северный Кавказ — исключительно сложный в этнокультурном отношении регион, зона «стыка», исторического соприкосновения народов различных цивилизационных ориентаций, регион активного межэтнического взаимодействия, часто приобретавшего конфликтный характер. Познанию особенностей формирования современной этнокультурной структуры региона посвящена обширная литература, однако географических работ по данной проблематике все еще крайне недостаточно. В этом контексте очевидна необходимость развития новых интегральных направлений географических исследований региональных этнокультурных процессов.

Одно из таких направлений — культурно-географическое, в рамках которого сравнительно недавно (на рубеже XX–XXI вв.) началось исследование российского геокультурного пространства. Понятие геокультурного пространства — ключевое в современной отечественной культурной географии. Наиболее широкое определение понятия «геокультурное пространство» сформулировал В. Н. Стрелецкий (6), отнеся его к концептуальной категории, характеризующей всеобщие и познаваемые формы существования геокультурных явлений. Его изучение развивается на основе ландшафтных моделей, когда основным объектом исследования становится культурный ландшафт — геокультурное пространство, освоенное материально-практически и духовно-интеллектуально местным культурно-специфичным сообществом (2, 4).

Потенциально одним из эффективных исследовательских инструментов познания эконкультурного разнообразия и пространственно-временной динамики этнокультурных процессов может стать этнокультурное районирование как одна из разновидностей культурно-ландшафтного районирования. Культурно-ландшафтное районирование — исключительно важная, недостаточно разработанная проблема отечественной культурной географии, особенно на региональном и локальном уровнях. Трудности проведения районирования культурных ландшафтов определяются, в первую очередь, сложностью объекта районирования и обусловлены чрезвычайным многообразием и наложением различных форм культурного регионализма в пространственно-временном континууме, а также отсутствием развитого теоретического аппарата и отработанных методик исследования.

Этнокультурное районирование в нашем понимании — разновидность культурно-ландшафтного районирования, в самом общем смысле являющегося определенной формой описания жизненного пространства человека — носителя определенных культурных ценностей (3). При этом объектом районирования становится этнокультурный ландшафт — один из частных видов культурных ландшафтов. В «западной» географии такие ландшафты наряду с лингвистическими, религиозными, поселенческими и другими чаще всего выделяются на основе узкого отраслевого подхода (8). В авторской трактовке этнокультурного ландшафта и процедуры этнокультурного районирования принципиально важной особенностью является их комплексный характер, определяемый самим объемом понятия «культурный ландшафт» как комплекса взаимосвязанных природных и культурных компонентов.

Существует множество различных трактовок понятия этнокультурного ландшафта, при этом важно отметить, что вне зависимости от трактовки все исследователи отмечают особое значение традиционной (этнической) культуры и культурного наследия в их формировании и устойчивом функционировании. При этом, как правило, речь идет о моноэтнических культурных ландшафтах. В зонах интенсивного этнокультурного взаимодействия выделяется особая категория граничных полиэтнических этнокультурных ландшафтов — этноконтактные зоны (5).

Цивилизационная пограничность и этнокультурная мозаичность, сочетание в этнокультурной структуре региона однородных и узловых районов, а также анклавов, их динамичность определяют выстраивание учитывающей данную специфику методологии и системы принципов.

Основным объектом районирования являются моноэтнические этнокультурные ландшафты, сформировавшиеся на основе наиболее крупных, исторически устойчивых, компактно расселенных этнических групп. Компактные ареалы остаются основной формой расселения многочисленных этнокультурных групп региона, сохраняющих территориальную целостность и устойчивость, несмотря на значительные миграционные перемещения. При этом в процессе этнокультурного районирования важно учитывать широкое распространение дисперсного, точечного, чересполосного рассе-

ления отдельных этнических групп либо их частей, а также факт формирования подавляющего большинства этнокультурных ландшафтов в условиях интенсивного этнокультурного взаимодействия, определяющего многослойность геокультурного пространства.

Таким образом, при районировании очевидна необходимость учета степени сложности и динамики непосредственного этнокультурного окружения, а следовательно, и учета специфики сформировавшихся в этих условиях этноконтактных зон. Отсюда важность следующих принципов районирования:

1) принцип экотона, предполагающий учет цивилизационной пограничности и этнокультурной мозаичности региона, в том числе формирования этноконтактных зон;
2) принцип территориальной и функциональной целостности, связанный с его имманентностью процедуре таксонирования по В. Б. Алаеву (1), в отличие от разного рода типологий, а также с приоритетностью выделения доминирующих в регионе территориально и функционально целостных компактных этнокультурных единиц;
3) исторический принцип, предполагающий выделение границ этнокультурных единиц с учетом их исторической динамики, то есть с момента формирования инварианта геокультурного пространства региона, сложившегося на рубеже XIX–XX вв. после окончания Кавказской войны;
4) геоинформационный принцип важен ввиду того, что процедура этнокультурного районирования основана на сборе, обработке и анализе значительного количества пространственно фиксированной информации (картографической, статистической и др.), что определяет важность использования ГИС-технологий.

Разработка таксономической системы этнокультурных ландшафтов региона и их делимитация проводились с учетом комплекса этногенетических, этнокультурных (конфессиональных, лингвистических и др.), природно-хозяйственных и исторических признаков. При этом иерархия этнокультурных ландшафтов выстраивается на основе выявления доминирующих этнокультурных единиц определяющих инвариантные культурные особенности пространства Северного Кавказа на протяжении последнего столетия, обладающих этногенетической общностью, высокой компактностью локализации и высоким удельным весом населения (табл. 1).

Система таксономических единиц этнокультурного районирования включает следующие подразделения:

— *этнокультурные края* выделяются на основе крупных цивилизационно выделенных этнических объединений и их частей, сформировавшихся на общей лингвистической, конфессиональной, этногенетической,

Табл. 1. ЭТНОКУЛЬТУРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Края	Провинции	Области	Округа
Южно-Русский	Предкавказская крестьянская	Ставропольская	Западный
			Центральный
			Восточный
		Терская	Кизлярский
			Моздокский
	Северо-Кавказская казачья	Кубанская	Западно-Кубанский
			Средне-Кубанский
			Черноморский
		Терская	Кизляро-Гребенский
			Сунженско-Моздокский
			Пятигорский
Туранский	Прикаспийская туркменская	Ставропольская	Ставропольский
	Предкавказская ногайская	Прикумская	Ачикулакский
			Караногайский
		Прикубанская	Верхнекубанский
Северо-Кавказский	Вайнахская	Чеченская	
		Ингушская	
	Дагестанская	Аварская	
		Даргинская	
		Лезгинская	
		Лакская	
		Табасаранская	
		Рутульская	
		Агульская	
		Цахурская	
		Кумыкская	
	Осетинская	Северо-Осетинская	
	Карачаево-Балкарская	Карачаевская	
		Балкарская	
	Адыгская	Кабардинская	
		Черкесская	
		Адыгейская	

природно-хозяйственной основе. К таковым в пределах Северного Кавказа относятся Южно-Русский, Туранский и Северо-Кавказский края;

— *этнокультурные провинции* на основе доминирующих в пределах краев субэтнических (для Южно-Русского края), этнических (для Туранского края), либо этно-генетических и этно-лингвистических (для Северо-Кавказского края) объединений;

— *этнокультурные области* обособляются в пределах доминирования: локальных разновидностей этнических культур для провинций Южно-Русского края; регионально-родовых разновидностей для провинций Туранского края; этнических культур в пределах Северо-Кавказского края;

— *этнокультурные округа* выделяются на основе локальных этногенетических, природно-хозяйственных и историко-культурных особенностей в пределах этнокультурных областей. Также возможно выделение *этнокультурных ландшафтных районов*, которые отражают предельный уровень этнокультурной дифференциации региона;

— *этнокультурные ландшафты* региона сформировались в условиях смешанного этнического расселения и этнокультурного взаимодействия, как следствие — наличие в их структуре этноконтактых зон различного типа, формирующих в первом приближении межцивилизационные и межэтнические границы.

Этноконтактные зоны (ЭКЗ) Северного Кавказа четко идентифицируются на основе анализа *индекса этнической мозаичности* (ИЭМ) Б. М. Эккеля (7), который показывает степень их «сложности» и наглядно иллюстрирует существование в регионе ЭКЗ различных иерерхических уровней (цивилизационные, этнические), геоструктурных типов (предгорные, приморские), степени выраженности (слабо- и ярко выраженные), характера проявления (компактные, дисперсные, чересполосные, точечные и др.) и положения относительно этнокультурных ядер (внутренние и внешние). На Северном Кавказе в соответствии с пороговыми значениями ИЭМ, по материалам Всероссийской переписи населения 2002 года, большая часть территории представлена этноконтактными зонами, при этом почти половина из них — ярко выраженные.

Специфику формирования ЭКЗ и особенности структуры можно описать на основе типологического анализа (табл. 2).

На Северном Кавказе по степени этнокультурной близости элементов выделены два типа и подтипа ЭКЗ: (1а) исключительно комплиментарные и (1б) относительно комплиментарные; (2а) исключительно контрастные и (2б) относительно контрастные. ЭКЗ первого типа формируются на основе близких конфессионально и исторически этносов и субэтносов, при этом первый подтип (1а) представлен ЭКЗ, состоящими из близкородственных этносов, например славянских или адыгских, а второй — из близких конфессионально, территориально и исторически, например, славянских народов и осетин, либо некоренных христианских народов (немцы, греки, армяне и др.).

Таблица 2. ТИПОЛОГИЯ ЭКЗ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА (5)

		Комплиментарные		Контрастные	
		исключительно	относительно	относительно	исключительно
Стационарные	стабильные		Минераловодская	Прикубанская, Кумо-Манычская	Терско-Сунженский участок
	нестабильные		Нижне-Кубанская	Приэльбрусская Терско-Кумская	Прикаспийская, Терско-Сулакская
Динамичные	конвергентные		Средне-Кубанская		
	дивергентные	Притеречная	Прикумская, Ставропольская	Причерноморская	Восточно-Кубанская
Исторические		Азово-Кубанская			Сунженская

Исключительно контрастные формируются в процессе взаимодействия этносов с полярными цивилизационными и этнокультурными системами, территориально и исторически не связанные друг с другом, например, кубанские казаки и турки-месхетинцы или азербайджанцы. Относительно контрастные — в условиях этнокультурного взаимодействия полярных социокультурно этносов исторически и территориально близких друг другу (например, терские казаки и кабардинцы). На степень контрастности ЭКЗ также влияет характер развития этнокультурного взаимодействия (добрососедский либо конфликтный).

По динамическим особенностям и направленности эволюции ЭКЗ можно выделить три их типа — стационарные, динамичные и исторические.

Стационарные ЭКЗ характеризуются значительной длительностью существования и не испытывают существенных структурных изменений. В зависимости от степени устойчивости структуры и функционирования стационарных ЭКЗ выделяется два их подтипа — *стабильные* (*устойчивые*) и *нестабильные* (*неустойчивые*).

Динамичные ЭКЗ в зависимости от направленности развития можно разделить на *дивергентные* и *конвергентные*, т. е. эволюционирующие либо в направлении усиления их выраженности, либо ее уменьшения.

Историческими ЭКЗ следует считать этнокультурные образования, завершившие свое развитие как ЭКЗ эпоху развития российской цивилизации на Северном Кавказе. Важно отметить, что в процессе развития, ЭКЗ под воздействием комплекса внешних и внутренних факторов могут переходить из одной типологической группы в другую.

Анализ этнокультурных таксонов по степени сложности и контактности предполагает рассмотрение важнейших количественных и качественных характеристик ЭКЗ, находящихся в их пределах, в том числе величины ИЭМ, степени их динамичности, контрастности либо комплиментарности.

Анализ данных характеристик единиц этнокультурного районирования позволяет выявить специфику развития и современное состояние региональных этнокультурных процессов.

В соответствии с величинами ИЭМ этнокультурные таксоны можно разделить на три категории: I — относительно однородные (ИЭМ менее 0,2); II — с неярко выраженной этнокультурной сложностью (ИЭМ от 0,2 до 0, 4); III — с ярко выраженной этнокультурной сложностью (ИЭМ более 0,4). При этом данные единицы районирования являются в разной степени динамичными, комплиментарными либо контрастными.

Относительно однородные этнокультурные таксоны (ИЭМ менее 0,2) представлены двумя группами единиц. Первая группа — ядра ареалов компактного расселения этносов горных районов Северо-Кавказского этнокультурного края, сохранивших в последнее столетие свою этнокультурную однородность. К ним относятся отдельные районы Карачаево-Балкарской, Осетинской, Вайнахской и большей части Дагестанской этнокультурных провинций.

Вторая группа — исторические ЭКЗ. К ним относятся Западно-Кубанский округ Северо-Кавказской казачьей провинции, где расположена историческая Азово-Кубанская исключительно комплиментарная русско-украинская ЭКЗ, а также Чеченская этнокультурная область, в пределах которой находится Сунженская исключительно контрастная русско-чеченская ЭКЗ. Нахождение Чеченской этнокультурной области в категории исторической ЭКЗ по оптимистическим прогнозам, вероятнее всего, будет недолгим и будет определяться темпами стабилизации этнополитической обстановки.

Этнокультурные таксоны с неярко выраженной этнокультурной сложностью (ИЭМ от 0,2 до 0, 4) имеют в своих границах не ярко выраженные ЭКЗ. Они характерны для ряда округов этнокультурных областей Южно-Русского и Туранского краев, большая их часть относится к категории дивергентых относительно контрастных и относительно комплиментарных ЭКЗ. Например, ЭКЗ Ставропольской крестьянской области и Караногайского округа Ногайской этнокультурной области.

Этнокультурные таксоны с ярко выраженной этнокультурной сложностью (ИЭМ более 0,4), как правило, имеют в своей структуре стационарные ярко выраженные ЭКЗ сохраняющие свой статус с начала XX века. Они характерны для этнокультурных таксонов побережья Черного и Каспийского морей, а также предгорных равнин от Таманского полуострова до Приморской низменности Каспийского моря. Наиболее контрастны и динамичны предгорные ЭКЗ, фиксирующие Северо-Кавказский геокультурный экотон. Здесь на разных участках контактируют структуры Южно-Русского, Туранского и Северо-Кавказского этнокультурных краев. Наиболее сложные и контрастные ЭКЗ сложились на стыке Средне-Кубанской и Терской казачьих этнокультурных областей с Северо-Кавказскими этнокультурными областями.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алаев Э. Б.** Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. М.: Мысль, 1983. 350 с.
2. **Веденин Ю. А.** Очерки по географии искусства. М.: Институт наследия. СПб.: Дмитрий Буланин, 1997. 224 с.
3. **Веденин Ю. А.** Культурно-ландшафтное районирование — ориентир культурной политики // Ориентиры культурной политики. М.: Информ. вып. №2. 1997. С. 3–99.
4. **Калуцков В. Н.** Основы этнокультурного ландшафтоведения: учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2000. 96 с.
5. **Лысенко А. В.** Культурные ландшафты Северного Кавказа: структура, особенности формирования и тенденции развития: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Ставрополь, 2009. 41 с.
6. **Стрелецкий В. Н.** Геопространство в культурной географии, геокультурное пространство // Гуманитарная география: научный и культурно-просветительский альманах. Вып. 2 / отв. ред. Д. Н. Замятин. М.: Институт наследия, 2005. С. 330–332.
7. **Эккель Б. М.** Определение индекса мозаичности национального состава республик, краев, областей СССР // Советская этнография. 1976. №2. С. 33–39.
8. **Jordan T., Rowntree L.** The Human Mosaic. A Thematic Introduction to Cultural Geography. Fourth edition. N.Y., 1986. P. 17.

ОБ АВТОРАХ

Лысенко Алексей Владимирович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор географических наук, доцент**,** профессор, заведующий кафедрой физической географии и ландшафтоведения. lysenkostav@yandex.ru.

Водопьянова Дарья Сергеевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения.
darina_000023@rambler.ru.

Азанов Дмитрий Сергеевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», аспирант кафедры физической географии и ландшафтоведения. dmitrij-azanov@yandex.ru.

Azanov Dmitry Sergeevitsh, graduate Department of Physical Geography and Landscape of the North Caucasus Federal University.
dmitrij-azanov@yandex.ru.

Vodopyanova Daria Sergeevna, Ph.D. in Geography, docent, Department of Physical Geography and Landscape of the North Caucasus Federal University.
darina_000023@rambler.ru.

Lysenko Alexey Vladimirovitsh, doctor of Geographical Sciences, docent, professor, Head of Department of Physical Geography and Landscape of the North Caucasus Federal University. lysenkostav@yandex.ru**.**

УДК 911.5/.9

Д. Ю. Федюнина [D. J. Fedjunina]

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА НА ГЕОГРАФИЧЕСКУЮ СРЕДУ

Influence of a human society on the geographical environment

Для человечества XXI века становится необходимым изменение философии отношения к природе. Прежде всего следует перейти от потребительского подхода к природе к поиску гармонии с нею, формировать в обществе экологическое сознание, умение понимать природу как другое существо, над которым нельзя властвовать без ущерба для себя.

For mankind of XXI century there is necessary a variation of philosophy of the attitude for the nature. First of all, it is necessary to pass from the consumer approach to the nature to search of harmony with it, formation in a society of ecological consciousness, understanding of the nature as other essence over which it is impossible to dominate without damage to itself

Ключевые слова: изменение природы, экологический кризис, устойчивое развитие, ноосфера, экологическое сознание.
Key words: variation of the nature, the ecological crisis, stable progress, a noosphere, ecological consciousness.

Человек на протяжении всего длительного процесса своего развития взаимодействует в разных формах и в разной степени со средой своего обитания. Непрерывный процесс обмена между человеком и природной средой приводит к изменению и развитию как самого человека, так и среды его обитания; он значительно усложняется, когда человек выступает в природе не просто как биологический организм, а как часть общества (1).

В истории земли произошло немало качественных скачков. Был период, когда развитие земли представляло собой только развитие неорганической материи. Когда это развитие закономерно привело к возникновению живой материи, ход всех явлений на земле сильно изменился. Новое качественное изменение природы началось с появлением человека, причем он оказался новой силой не только по времени своего возникновения, но и по существу. Его воздействие на природу, в отличие от действия прочих слагаемых географической среды, вполне сознательно и носит характер не простого изменения природы, а ее подчинения (2).

Изменение природы человеком — неминуемое изъятие вещества человечеством и изменение физических и химических характеристик природы в ходе собственного развития. Б. Б. Прохоров (3) выделяет несколько этапов изменения природы человеком, оканчивавшихся *экологическими кризисами* и сопутствующими им *экологическими революциями*: 1) воздействие на биосферу первобытных людей как обычных биологических видов; 2) сверхинтенсивная охота без резкого изменения экосистем в период становления человечества; 3) изменение экосистем через выпас скота; 4) усиление

влияния на природу с коренным преобразованием части экосистем (распашка земель, вырубка лесов и т. п.); 5) глобальное изменение всех компонентов биосферы в целом в связи с неограниченной интенсификацией хозяйства. Последний этап начался недавно — не более 300 лет назад — и достиг наибольшей остроты в конце XX – начале XXI в. Далее, если не произойдет глобальной катастрофы типа ядерной войны или тотального разрушения озонового экрана планеты, следует ожидать постепенного смягчения антропогенного пресса, основанного на достижениях научно-технической революции, и перехода природной среды к восстановлению до фазы целесообразного экологического равновесия.

Можно провести анализ роста энерговооруженности человека и выделить следующие этапы (1):

— сотни тысячелетий мускульной энергии самого человека;
— несколько тысячелетий энергии домашних животных и использование простого рычага;
— тысячелетие энергии ветра и воды;
— несколько столетий энергии пороха и пара; столетие энергии электричества;
— всего несколько десятилетий энергии атома.

Воздействие человеческого общества на природу разнообразно не только по конкретному содержанию освоения богатств природы, но и по своей направленности на развитие природы: какие-то ее возможности оно развивает и совершенствует, а какие-то разрушает (4).

Объем техногенных элементов в среде, окружающей человеческое общество, непрерывно увеличивается; некоторые ученые приходят к выводу, что со временем природная среда будет полностью вытеснена искусственной. Другие ученые, завороженные растущими масштабами воздействия человека на природу, начинают думать, что человечество постепенно становится решающим фактором развития земной природы. Как утверждает С. В. Калесник, «географическая среда в своих основных компонентах останется. Заменить чем-либо воздух, воду и землю нельзя. Полностью перейти на потребление синтетической пищи человечество тоже не в состоянии» (5).

Далее он продолжает: «Что касается идеи об определяющей роли человеческого общества в развитии природы, то это уже философская ошибка... Даже самое глубокое преобразование природы человеком состоит в том, что человек воздействует на *саморазвитие* природы» (5).

История взаимоотношений человека и природы представляет собой единство двух тенденций: во-первых, с развитием общества и его производительных сил постоянно и стремительно расширяется господство человека над природой; во-вторых, одновременно растет дисгармония между человеком и природой (см. табл.). Однако сама природа есть единое целое. Игнорирование человеком целостного характера природы приводит к отрицательным последствиям как для природы, так и для общества.

Анализируя множество фактов, приводящих к нарушению естественного равновесия в природе, Ж. Дорст и Р. Парсонс отмечают, что это стало происходить с тех пор, как человек стал располагать более совершенными техническими средствами (6). Стремительные темпы преобразования естественных местообитаний — основная причина, приводящая к нарушению динамического равновесия в природе.

Общество и природа представляют собой единое целое, и их отношение друг к другу не может происходить за счет деградации одной из них. Как писал К. Маркс, «человек *живет* природой. Это значит, что природа есть его *тело*, с которым человек должен оставаться в процессе постоянного общения, чтобы не умереть». Интересно и правильно рассуждает об этом В. С. Барулин: «Природное и общественное неразрывно связаны, взаимопронизывают друг друга. Природное живет и функционирует в обществе, точно так же, как и общественное живет и функционирует, будучи погруженным в природное. Собственно, общество это и есть не что иное, как природа на определенной фазе своего развития, точно так же, как и природа на определенном этапе есть общество, соответствующим образом представленное» (4).

Тезис об увеличении независимости человека от природы явно неверен. Наоборот, с ходом исторического процесса масштабы этой зависимости растут. Меняются лишь формы зависимости. Она возрастает потому, что если раньше, в далекие времена, человек зависел лишь от чисто природных сил, то теперь он попадает также в зависимость от тех изменений, которые сам производит в природе, от так называемого «эффекта бумеранга». А поскольку давление на среду жизни непрерывно растет и обретает общеземные рамки, люди делаются все более зависимыми друг от друга, обретают действительно общую судьбу через трансформируемую ими природу. Они становятся не только глобальной, по В. И. Вернадскому, геологической силой, но и неразделимым единым целым (7).

Человек властвует над природой лишь до тех пор, пока считается с её законами: ведь методы даже самого глубокого изменения природы, как справедливо отметил И. Ю. Долгушин (8), заключаются в том, чтобы воздействовать на процессы её самообразования. В. С. Преображенский пишет по этому поводу: «Человечество подходит к осознанию того, что впереди лишь одна форма взаимодействия с природой — сотворчество. Этот образ — сотворчество, подчёркивающий действенную активность обоих начал — природы и человека, наиболее выразительнохарактеризует направление к гармоничному отношению общества и природы» (9). Великий А. Эйнштейн писал: «В мире, созданном на основе наших представлений, еще существуют проблемы, которые невозможно решить, если мыслить по-старому». По мнению Н. А. Агаджаняна: «Наиважнейшим на современном этапе развития человечества является развитие планетарного экологического интеллекта, который достижим на основе знаний о диалектике биосферы, антропобиосферы, нообиосферы и разума» (10).

ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДЫ В ИСТОРИИ ОБЩЕСТВ

Индикаторы общества	Первобытное общество	Аграрное общество	Индустриальное общество	Постиндустриальное общество	
				Оптимистический прогноз	Пессимистический прогноз
Среда жизни	Природная	Квазиприродная	Природно-урбанизированная	Поляризованного ландшафта	Техногенная
Взаимоотношения человека и природы	Человек — часть природы		Человек — господин природы	Сотворчество человека и природы	Дисгармония человека и природы
Технический базис	Простейшие орудия труда	Аграрный	Индустриальный	Информационный	
Основа благосостояния общества	Природные ресурсы	Сельскохозяйственные товары	Промышленные товары	Научно-технический	прогресс
Виды деятельности	Собирательство, охота, рыболовство, подсечно-огневое земледелие	Земледелие	Промышленность	Сфера услуг, сервис	Компьютерная технология, электроника, лазерная техника
Массовый класс	Доклассовое общество	Крестьяне	Рабочие	Служащие	Служащие-управленцы
Жизненный уровень	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Все уровни
Религия	Местные верования	Национальные и мировые религии		Конфессии	

Поэтому в настоящее время перед обществом стоит важнейшая задача — переход к устойчивому развитию. ***Устойчивое развитие*** — такое развитие общества, при котором воздействия на окружающую среду остаются в пределах хозяйственной емкости биосферы, и природная основа для воспроизводства жизни человека не разрушается. Естественные экосистемы — важнейший резерв устойчивости, а их сохранение — необходимое условие устойчивого развития (3).

В Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию сказано: «Следуя рекомендациям и принципам, изложенным в документах Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), и руководствуясь ими, представляется необходимым и возможным осуществить в РФ последовательный переход к устойчивому развитию, обеспечить сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей».

Ю. Н. Куражковский (11), Ю. К. Ефремов и Г. С. Хозин (1981) предлагают в качестве экологической стратегии проект поляризованной биосферы, который основан на *неклассической концепции охраны природы*, предусматривающей не только «заповедание клочков девственного ландшафта», но и тотальную охрану естественных компонентов среды везде и всюду в рамках рационального природопользования. Для поляризованной биосферы не требуется ненаселенный район, новая планета. Экологически рациональная территориальная структура культурного ландшафта должна быть достигнута не разрушением или коренной реконструкцией, а дальнейшим развитием исторически сложившейся системы расселения.

Сетевая поляризация территории призвана отчасти разрешать многие противоречия путем выделения зон с разной интенсивностью человеческой деятельности, убывающей от центров узловых районов к их периферии. Идея поляризации противостоит концепции равномерного размещения хозяйства и растворения селитьбы в природной среде, превращение всего мира в дачный поселок. Такие характерные особенности нашей страны, как неравномерное и несовпадающее по плотности размещение населения и природных ресурсов, резкие территориальные и сезонные различия природных условий не надо считать только недостатками, а использовать как положительные факторы для социально-экономического развития в гармонии с природой.

Было бы полезно рассматривать территориальную поляризацию как явление не только социально-экономическое, но и экологическое, то есть считать, что в мире в какой-то мере противостоят районы, где природный ландшафт сохранился сравнительно хорошо, и места, где он вытеснен искусственной средой. Надо установить между ними отношения «взаимовыгодного сотрудничества», превратить поляризацию геопространства из источника диспропорций в средство формирования экологически целесообразной территориальной организации жизни общества [12].

Для охраны природы лучше, когда культурные земли, застроенные и возделанные, располагаются островами среди природного ландшафта. В этом случае территориальные фрагменты поляризованного ландшафта напоминали бы схему И. Тюнена [13]. Нечто подобное было в эпоху очагового земледелия, когда вокруг отдельного поселения, окруженного сельскохозяйственными угодьями, простиралось девственная природа. Современная урбанизация, сопровождающаяся развитием рассеивающего людей континуального транспорта (14), приводит к обратной картине: жалким островком кажется природный ландшафт между городами и транспортными магистралями. Наблюдается *инверсия* квазитюненовской зональности (12).

Чтобы уцелеть и сосуществовать с людьми, природный ландшафт должен приобрести ту же сетевую структуру, которой обладает формирующаяся глобальная система расселения.

Поскольку поселения, разрастаясь и сливаясь вдоль дорог, образуют иерархическую сеть, на долю незастроенных земель выпадает сетеобразная форма. Города и сельскохозяйственные земли разбивают природный ланд-

шафт на мелкие участки, не достаточные для размещения всех необходимых ему морфологических частей (15), для обитания в нем полноценных биоценозов. Чтобы охранять природу в таких условиях, надо «связать» из природного ландшафта сплошную сеть. Не только заповедать уцелевшие уголки природы, но и соединить их широкими «зелеными коридорами».

Можно предположить, что тот самый технический прогресс, который поставил живую природу под угрозу, впоследствии спасет ее; что существующее ныне положение — не начало конца биосферы, а лишь некоторый критический момент в ее эволюции. Проект «поляризованной биосферы» — один из методов «лечения» живой географической среды в эпоху продолжающейся индустриализации и роста городов (12).

С ростом народонаселения и увеличением скоростей транспорта Земля начинает казаться уменьшившейся, становится теснее. Разновидностью или спутником экологического кризиса можно считать кризис пространства и времени — усиливающийся дефицит того и другого. Как и экологический кризис вообще, нехватка места и времени относительна, она преодолевается путем экономии ресурсов и интенсификации деятельности. Эффективная актуальная емкость пространства возрастает. В результате сетевой поляризации земное пространство человеческой деятельности становится более кристаллическим и анизотропным, что совпадает с общей тенденцией прогрессивной эволюции вещества и пространственных структур в природе.

В. А. Шальнев (16), рассматривая социобиосферу, пишет, что процессы урбанизации и техногенеза только на фоне гуманизации общества могут привести к формированию ноосферы. Процессы гуманизации общества с разработкой правовых норм должны определить стабилизацию обстановки в социобиосфере. Если на социобиосферном этапе взаимодействие подсистем в целостности «общество — природа» складывались не в пользу биосферы с развитием тенденций её инволюции (то есть разрушения биосферы), то на ноосферном этапе они должны перейти, по мнению Н. Н. Моисеева (17), в состояние коэволюции (то есть равновесного партнёрства). Основными территориальными структурами ноосферы становятся идеальные культурные ландшафты (12), а средой жизни — очеловеченная природа.

Исторические аспекты XX в. не только в нашей стране, но и во всем мире в корне изменяют умонастроения всего человеческого сообщества и само понимание исторической миссии человечества в бесконечной эволюции природы. Сама суть этой миссии заключается в том, чтобы общество всей своей жизнедеятельностью развивало природу, поднимало ее на новый более высокий уровень. В конечном итоге в такой ориентации заложен глубокий гуманистический смысл, ибо чем выше развита природа, раскрыты и реализованы ее богатства, тем выше уровень самого общества. В возрастающей гармонии природной сущности общества и общественной сущности природы заключается магистральный путь их взаимосвязи (4).

Для человечества становится необходимым изменение самой философии отношения к природе. Прежде всего следует перейти от потребитель-

ского подхода к природе к поиску гармонии с нею. Однако эффекта можно добиться лишь при объединении усилий населения всех стран.

Другой мерой, направленной на улучшение взаимоотношений человека и природы, является ***разумное самоограничение*** в расходовании ресурсов. Еще одной проблемой является формирование в обществе ***экологического сознания***, понимания природы как существа, над которым нельзя властвовать без ущерба для себя (18).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Розанов Б. Г.** Основы учения об окружающей среде. М.: Изд-во Московского ун-та, 1984. С. 6–43.
2. **Калесник С. В.** Человек и географическая среда. Стенограмма публичной лекции. СПб., 1949. 36 с.
3. **Прохоров Б. Б.** Экология человека: Социально-демографические аспекты. М.: Наука, 1991.
4. **Барулин В.С.** Социальная философия: учеб. 2-е изд. М.: Фаир-пресс, 2000.
5. **Калесник С. В.** Проблемы физической географии. Л.: Наука, 1984. 288 с.
6. **Дорст Ж.** До того как умрет природа. М., 1969.
7. **Реймерс Н. Ф.** Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. 367 с.
8. **Долгушин И. Ю.** Геоэкологические основы территориального проектирования и планирования. М., 1964.
9. **Преображенский В.С.** О чем спорят географы. М.: Знание, 1990. 48 с.
10. **Агаджанян Н.А.** Экология человека: словарь-справочник. М., 2001.
11. **Куражковский Ю.Н.** Очерки природопользования. М.: Мысль, 1969. 268 с.
12. **Родоман Б.Б.** Поляризованная биосфера: сб. статей. Смоленск: Ойкумена, 2002. 336 с.
13. **Тюнен И.Г.** Изолированное государство. М., 1926.
14. **Родоман Б.Б.** Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии. Смоленск: Ойкумена, 1999.
15. **Солнцев В.Н.** Системная организация ландшафтов (проблемы методологии и теории). М.: Мысль, 1981.
16. **Шальнев В. А.** Теоретические проблемы физической географии мира: учебное пособие. Ч. 1. Ставрополь: Изд-во СГУ, 1998. 79 с.
17. **Моисеев Н.Н.** Экология, нравственность и политика // Вопросы философии. 1989. №5.
18. **Социальная философия:** учеб. пособие для вузов / В.Н. Лавриненко и др. М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1995. 240 с.

ОБ АВТОРЕ

Федюнина Дина Юрьевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения Института естественных наук.
dinafed@yandex.ru.

Fedjunina Dina Jurevna, the candidate of geographical sciences, the associate professor, chair of physical geography and a landshaftovedeniye of Institute of natural sciences of the North Caucasian federal university.
dinafed@yandex.ru.

УДК 612.014.2612

Т. П. Бондарь [T. P. Bondar],
О. И. Анфиногенова [O. I. Anfinogenova]

РЕГИСТРАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ КЛЕТОК СИСТЕМЫ ЭРИТРОН МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОРФОМЕТРИИ

Registration of functional deviations cell system eritron method of computer morphometry

Статья посвящена анализу результатов, полученных в ходе проведенного исследования, где наблюдаются некоторые функциональные изменения клеток красной крови у практически здоровых молодых людей, обучающихся в университете на первом курсе. Полученные нами результаты относительно изменения формы и величины эритроцита, свидетельствующие о снижении площади клетки и ее диаметра, демонстрируют определенное напряжение в системе красной крови.

In the course of the study there are some functional changes in the red blood cells in healthy young men, students at the university in the first year. Our results with respect to changes in the shape and size of the erythrocyte, showing a decrease in the area of the cell and its diameter exhibit a certain tension in the system of red blood.

Ключевые слова: критические периоды онтогенеза, адаптация, эритроциты, гемоглобин, анизоцитоз, пойкилоцитоз, гематокрит, морфометрия, диаметр клетки, измененные формы эритроцитов.
Key words:
critical periods of ontogeny, adaptation, erythrocytes, hemoglobin, anisocytosis, poikilocytosis, hematocrit, morphometry, the diameter of the cell, modified forms of erythrocytes.

Расширение научных представлений о формировании растущего организма в различных условия окружающей среды имеет важное значение для дальнейшей разработки теории адаптации с онтогенетических позиций, так как каждому возрастному периоду свойственны свои особенности морфофункциональной организации систем и их реактивности (1). Особый интерес представляют сенситивные (критические) периоды развития, во время которых организм особенно чувствителен к внешним

воздействиям. Проблема изучения уровня соматического здоровья и адаптационного потенциала является наиболее актуальной в юношеском возрасте как переходном периоде от прогрессивной к стабильной стадии онтогенеза. По времени данный период совпадает с началом обучения в высших учебных заведениях.

Студенты являются особой социальной группой лиц определенного возраста (17–21 год), главной задачей которых является получение профессиональных знаний и навыков. Данный этап жизни сопровождается изменением места жительства, образа жизни, отрывом от привычного окружения, процессами адаптации к новым условиям. Адаптация студентов — сложный динамический социально-психофизиологический процесс, сопровождающийся значительным напряжением компенсаторно-приспособительных систем (1, 2). Приспособление к новым экологическим, климатогеографическим, психосоциальным факторам среды обитания включает механизмы приспособления индивидуума к новым физическим, умственным эмоциональным нагрузкам и условиям. Характер таких приспособлений сопровождается необходимой затратой энергии и морфофункциональными перестройками. В зависимости от фонового уровня функционального состояния, организм или адаптируется, или дезадаптируется.

Ведущую роль в обеспечении адаптационной деятельности организма играет система крови, так как является одним из важнейших носителей информации о процессах, протекающих на уровне тканевых структур, а клетки крови весьма чувствительны к изменениям внешней среды обитания и внутреннего состояния организма (7, 8). Также важным источником информации о состоянии адаптационных резервов организма являются исследования клеток красной крови. Начальные признаки нарушения структуры и функции этой системы могут служить хорошим индикатором развития преморбидных состояний и инструментом донозологической диагностики (4). Исследование клеток периферической крови представляет интерес, поскольку ни в одной другой ткани состояние клеточной поверхности не ответственно в такой степени за развертывание ряда явлений, происходящих в организме, как в норме, так и при патологических состояниях (3). Известно, что эритроциты чувствительны к изменениям внешней среды обитания и внутреннего состояния организма человека. Эр — один из важнейших носителей информации о процессах, протекающих на уровне тканевых структур организма. Несмотря на то, что эритроциты периферической крови являются одной из наиболее приемлемых клеточных моделей организма, их исследование в практической медицине проводится недостаточно полно, что связано с ограниченными возможностями существующих тестов, сложностью современной аппаратуры и отсутствием интегрального подхода к трактовке полученных показателей (5). Исследование морфофункционального состояния клеток крови является одним из аспектов донозологической диагностики, целью которой является выявление факторов риска возникновения заболеваний.

В этом плане нам представлялось актуальным определить морфофункциональное состояние показателей клеток красной крови у молодых людей в возрасте 17 лет, обучающихся на первом курсе в университете.

Таким образом, *целью исследования* явилось изучение показателей компьютерной морфометрии для установления механизмов адаптации в критический период онтогенеза (возраст 17 лет).

Материалы и методы.

В соответствии с поставленной целью было выполнено комплексное исследование, охватывающее 75 человек (юношей) I курса университета (г. Ставрополь) в возрасте 17 лет. На момент обследования все студенты были признаны практически здоровыми. Обследование проходило в весенний период (март – апрель). В качестве биологического материала использовалась цельная кровь. Взятие крови проводилось в соответствии с общими правилами сбора материала для исследования показателей крови.

Для решения поставленных в исследовании задач применялись методы лабораторного анализа, включающие общий анализ крови и компьютерную цитоморфометрию Эр, позволяющую оценить степень анизоцитоза, пойкилоцитоза, размеры, форму клеток и эритроцитарную формулу.

Количественную оценку клеток периферической крови проводили по следующим параметрам: количество эритроцитов (Эр), гематокрит (НСТ), концентрацию гемоглобина (Нв) с помощью автоматического гематологического анализатора MEDONIK M-SERIES (Швеция), предназначенного для проведения диагностических тестов образцов крови in vitro в лабораторных условиях. Компьютерное цитоморфометрическое исследование клеток периферической крови проводилось на аппаратно-программном комплексе «МЕКОС-Ц2» (ЗАО «Медицинские компьютерные системы», Россия). Результаты исследования подверглись вариационно-статистической обработке.

Результаты и обсуждение.

Анализ количества эритроцитов (Эр) и концентрации гемоглобина (Нв) показал, что у обследованных молодых людей они находились в пределах референсных величин и составили 4,4±0,09 и 142,9±1,67 соответственно (см. табл.). Нормальные показатели для подростков в возрасте 15–17 лет составляют Эр — 4,2–5,6*10^{12}/л. Концентрация Нв — 117–166 г/л (по данным Клинического руководства по лабораторным тестам / под ред. Н. У. Тица, 2003). Процентное отношение гематокрита (НСТ) — 35–45 % (Алексеев И. В., Замараева И. В. и др., 1995).

Показатель гематокритной величины в обследуемой группе составил 47,3 ± 0,08 (см. табл.). Поскольку гематокрит отражает долю объема кровяных клеток, то можно предположить, что его увеличение у обследованных связано с повышением числа Эр в циркулирующей крови, что в данном случае вероятно связано с напряжением адаптационных механизмов организма.

Таблица. ВОЗРАСТНЫЕ НОРМЫ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЕМОГЛОБИНА, СОДЕРЖАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ, ГЕМАТОКРИТА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРИВОЙ ПРАЙС-ДЖОНСА У ЗДОРОВЫХ МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ КРИТИЧЕСКОГО ПЕРИОДА ОНТОГЕНЕЗА

Показатели	Единицы измерения	Референсные показатели, возраст (15–17 лет)	Полученные результаты (n = 75), (M±m)
HGB	g\l	115–155	142,9±1,67
Эр	$*10^{12}$/л	4,2–5,6	4,4±0,09
НСТ	%	35–45	47,3±0,08
Микроциты (≤ 6,9)	мкм	–	18,6±1,85
Макроциты (≥ 8,1)	мкм	–	0,8±0,29
Ср. диаметр Эр	мкм	6,9–7,7	7,27±0,03
Площадь Эр	$мкм^2$	–	41,7±0,39
пойкилоцитоз	%	0–5	3,7±0,28
анизоцитоз	%	3–8	6,3±0,07
анизохромия	%	0–15	13,9±0,53

Изучение размерных характеристик клеток красной крови выявило снижение среднего диаметра (7,27 ± 0,03) и площади клетки (41,7 ± 0,39) за счет сдвига кривой распределения форм Эр в сторону уменьшения размеров. Полученные нами результаты относительно изменения формы и величины Эр, свидетельствующие о снижении площади клетки и ее диаметра демонстрируют определенное напряжение в системе красной крови. Возможно, такие изменения связаны с климатогеографическими особенностями местности проживания, а именно — увеличение высоты проживания над уровнем моря.

Анализ количества микроцитов показал их увеличение у практически здоровых молодых людей, обучающихся на первом курсе в университете (18,6 ± 1,85) на фоне снижения количества макроцитов (0,8 ± 0,29) в общей популяции дискоцитов. При этом микроцитоз рассматривается как адаптивное изменение эритроцитов к высоте проживания в Ставрополе (540 м. над уровнем моря) (9).

Показатели анизоцитоза, анизохромии и коэффициент пойкилоцитоза также укладывались в границы нормы — 6,3 ± 0,07, 13,9 ± 0,53 и 3,7 ± 0,28.

Полученные нами данные могут свидетельствовать о влиянии высоты проживания над уровнем моря на морфофункциональные показатели Эр.

Такие факторы, как понижение атмосферного давления, а соответственно, и понижение парциального давления кислорода, которым подвергаются жители г. Ставрополя, могут вызывать стрессовые изменения клеток красной крови. При этом наблюдается усиление разрушения Эр, образование Эр пониженной резистентности, что является стереотипной реакцией адаптации системы крови в ответ на действие неблагоприятных факторов (1).

В результате анализа формулы Эр было выявлено некоторое увеличение необратимо измененных деформированных форм (3,99±0,43) по сравнению с обратимо измененными формами эритроцитов (3,71±0,09).

Среди обратимо измененных форм преобладали сфероциты (2,15±0,20), менее всего встречались стоматоциты (0,12±0,05). Неоднозначность выявленных изменений формулы Эр у обследованной группы может объясняться снижением их стойкости, появлением фракции молодых или увеличением фракции старых менее устойчивых форм. Такая картина гетерогенности популяций клеток позволяет сделать вывод о напряжении механизмов адаптации у студентов на первом курсе обучения, что еще раз подтверждает неустойчивость и дестабилизацию системы красной крови в критические периоды адаптации.

Заключение.

Таким образом, полученные результаты подтверждают факт влияния стрессовых факторов на систему красной крови в один из критических периодов онтогенеза, выражающийся в формировании своеобразных эритроцитарных изменений у молодых людей в возрасте 17 лет, и характеризующегося увеличением количества циркулирующих Эр, Нв, микроцитов, необратимо измененных деформированных форм Эр и обратимо измененных форм — сфероцитов.

В целом полученные данные свидетельствуют о том, что клетки красной крови одними из первых реагируют на воздействие раздражителей и одними из первых либо возвращаются к исходному уровню, либо приспосабливаются к изменившимся условиям существования.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы в качестве нормативных характеристик морфофункционального статуса, особенностей вегетативного гомеостаза и мониторинга состояния здоровья студентов юношеского возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Агаджанян Н.А., Шахова О. Н.** Эколого-физиологические аспекты адаптации организма студентов // Образ жизни и здоровье студентов: Материалы I Всероссийской научной конференции. М.: РУДН. 1995. С. 17–19.

2. **Данилевич Г.Д.** Проблемы психологической адаптации первокурсников вуза // Материалы 5-й Всеросс. научно-практ. конф. «Медико-биологические и психолого-педагогические аспекты адаптации и социализации человека». Т. 1. Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2008. С. 184–185.
3. **Запарожцева О.И. (Анфиногенова), Бондарь Т.П.** Зависимость морфофункциональных параметров эритроцитов от климатогеографических условий проживания региона // Известия Самарского научного центра РАН, 2008, специальный выпуск «Безопасность. Технологии. Управление». С. 71–73.
4. **Захарченко М.П., Морозов В.Г.** Применение методов оценки иммунного статуса в донозологической гигиенической диагностике. Матер, науч. конф. Самара, 1991. С. 262–263.
5. **Козинец Г.И., Погорелов В.М., Шмаров Д.А. и др.** Клетки крови — современные технологии их анализа. М.: Триада-Фарм, 2002. 534 с.
6. **Козинец Г.И., Каюмова Д.Ф., Погорелов В.М.** Клетки периферической крови и экологические факторы внешней среды (лекция) // Клиническая лабораторная диагностика. 1993. №1. С. 14–20.
7. **Маринина М.Г.** Исследование адаптации организма студентов к учебному процессу в вузе // Материалы 5-й Всеросс. научно-практ. конф. «Медико-биологические и психолого-педагогические аспекты адаптации и социализации человека». Т. 1. Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2008. С. 206–209.
8. **Меерсон Ф.З.** Адаптация, стресс и профилактика. М.: Наука, 1978. 278 с.
9. **Сабиров И.С., Сыдыков А.С., Сарыбаев А.Ш.** Особенности легочного кровообращения и функциональное состояние миокарда при кратковременной адаптации к высокогорью // Вестник КРСУ. 2002. №1. С. 30–36.
10. **Risso A., Turello M., Biffoni F., Antonutto G.** Red blood cell senescence and neocytolysis in humans after high altitude acclimatization // Blood Cells Mol Dis. 2006. Vol. 22.

ОБ АВТОРАХ

Бондарь Татьяна Петровна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации. tatiana_bond@mail.ru.

Анфиногенова Оксана Ивановна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доцент кафедры медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации. zaxana@bk.ru.

Bondar Tatiana Petrovna, doctor of medicine, professor, the Chief of department medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy, North-Caucasian federal university. tatiana_bond@mail.ru.

Anfinogenova Oksana Ivanovna, candidate of biological sciences, the lecturer of medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy, North-Caucasian federal university. zaxana@bk.ru.

УДК613.99.611.71

О.А. Бутова [O.A. Butova]

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД В АСПЕКТЕ ИННОВАЦИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

The functional approach in aspect of the innovations fundamental in medicine

В статье рассматривается функциональный подход к анализу связей морфофункциональных признаков и параметров элементного статуса женского организма при нарушении осанки, который выявил оптимальные адаптивные возможности в периоде второго детства и юношеском возрасте, и дезадаптивные изменения систем жизнеобеспечения в подростковом периоде онтогенеза, а также использованный алгоритм установления степени диссоциированности патогенетических и саногенетических механизмов регуляции систем жизнеобеспечения при нарушении осанки в онтогенезе, который можно рассматривать в аспекте инноваций фундаментальной медицины.

The functional approach to the analysis of linkages morph functional in characteristics and parameters of the element status of the female organism in carriage disorder exposed optimal adaptive capability during the second childhood period and adolescence, and disadaptive changes in life-support systems in the adolescent period of ontogeny. Diagnostic algorithm which had been used in combination with the research of the cell proteome will allow to approach to innovative methods of diagnosis and carriage disorder.

Ключевые слова: гониометрические, спирографические, вариационно-пульсометрические признаки, макро- микроэлементы, корреляционные анализ.

Key words: goniometric, spirographic, variation-pulse metric signs, macro-micro elements, correlation analysis.

Одной из актуальных проблем современной медицинский науки является разработка оригинальных технологий применения диагностических приборов с доказанным уровнем конкурентоспособности, новых принципов и подходов к диагностике и лечению. С учетом того, что университеты активно участвуют в создании инновационных технологий, в области биомедицинских технологий СКФУ может выйти на инновационный уровень. Ключевой проблемой современной физиологии является оценка функционального состояния систем жизнеобеспечения, анализ содержания биогенных макро- и микроэлементов и выяснение их роли в формировании элементного портрета в онтогенезе (1, 5, 10). Критерии функционального состояния кардиореспираторной системы являются базовыми в плане определения и прогнозирования соматического здоровья и физического статуса (4). Именно с этих позиций проведено исследование по установлению характера и степени взаимосвязей морфофункциональных параметров и содержания некоторых макро- и микроэлементов в женском организме при нарушении осанки.

Материал и методы.

Анализ полученных гониометрических параметров 187 школьниц города Ставрополя установил у 49 % нарушение осанки I степени. С целью исследования онтогенетических морфофункциональных особенностей женского организма сформировано 6 групп.

В периоде второго детства исследованы параметры 91 девочки (средний возраст 9,3±0,8 лет), из них 47 девочек без нарушения осанки (I группа), и 44 девочки с нарушением осанки (II группа).

В подростковом возрасте проанализированы параметры 96 девочек (средний возраст 12,6±0,5 лет); в III группу вошли 50 девочек без нарушения осанки, IV группу составили 46 девочек с нарушением осанки.

В юношеском возрасте проанализированы параметры 101 девушки (средний возраст 18,4±0,7 лет). При этом V группу составили 49 девушек без нарушения осанки, VI группу — 52 девушки с нарушением осанки. Все приняли участие в исследовании на добровольной основе.

Исследование кривизн позвоночного столба в сагиттальной плоскости проведено с помощью гониометра МРТУ 42 2394–64 (3, 7) в лаборатории «нейроэндокринные механизмы адаптации» СКФУ. Вариационно-пульсометрическое исследование проведено с использованием диагностического прибора «Пульсоксиметр — ЭЛОКС 01» (2), анализ скоростных и объемных показателей дыхательной системы проведен с помощью стационарного спирографа «СП–3000» на базе лаборатории патологической физиологии СКФУ. Расчет должных и измеренных величин, а так же отклонений производился по стандартам ECCS (8, 9). Определение макро- и микроэлементов в волосах (прикорневая зона) проведено на базе ОАО «Завод синтетических корундов Монокристалл» г. Ставрополя с помощью последовательного атомно-эмиссионного спектрометра Optima TM 2000 DV (PerkinElmer Co., США) (6). Обработка материала осуществлялась с использованием компьютерных программ STATISTICA, 99 Edition, STATGRAPHICS Plus 6.0 в формате Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение.

Проведение корреляционного анализа по Пирсону гониометрических, вариационно-пульсометрических, спирографических и биохимических параметров с целью выявления взаимосвязи морфофункциональных признаков выявило различные по степени выраженности и сопряженности и разнонаправленности корреляционные связи.

Установлены обратные тесные связи между форсированной жизненной емкостью легких (ФЖЕЛ) и содержанием кремния (Si), объемом форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) и содержанием фосфора (P), прямая выраженная связь выявлена между пиковым потоком при выдохе (ППвыд) и содержанием кальция (Ca) у девочек первой группы (рис. 1).

Анализ корреляционных связей спирографических и вариационно-пульсометрических показателей девочек второй группы (рис. 2) выявил

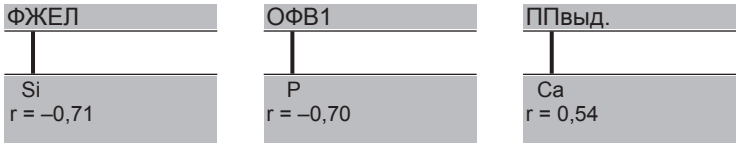


Рис. 1. Корреляционные связи спирографических параметров и макро-, и микроэлементов девочек первой группы.

прямые тесные связи между жизненной емкостью (ЖЕЛ), ФЖЕЛ, ОФВ1 и индексом Баевского (ИНБ).

Прямая выраженная связь между ФЖЕЛ и вариационным размахом (ΔX) указывает на то, что с возрастанием ФЖЕЛ увеличивается роль автономного контура регуляции кардиоритма. Напротив, с возрастанием ЖЕЛ снижается величина систолического артериального давления (САД).

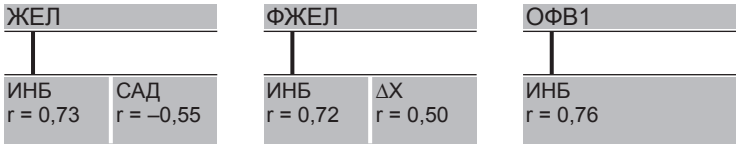


Рис. 2. Корреляционные связи спирографических и вариационно-пульсометрических показателей девочек второй группы.

Анализ корреляционных связей вариационно-пульсометрических показателей и содержания кальция девочек четвертой группы установил, что с увеличением содержания кальция сопряжено возрастание роли симпатической модуляции сердечного ритма, что подтверждается выявленными связями между указанными параметрами (рис. 3).

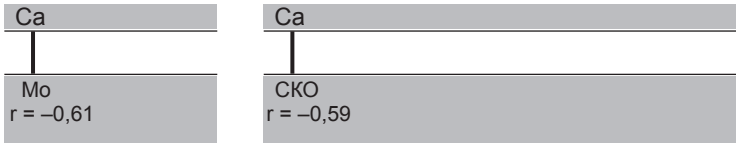


Рис. 3. Корреляционные связи содержания кальция и вариационно-пульсометрических показателей девочек-подростков четвертой группы.

У девушек без признаков нарушения осанки (пятая группа) выявлена обратная выраженная связь между ФЖЕЛ и уровнем калия (К)

(r = –0,59). При анализе корреляционных связей спирографических и гониометрических показателей девушек с признаками нарушения осанки выявлена прямая выраженная связь между экспираторным потоком на уровне трахеи и бронхов (МОС 25 %) и углами грудного кифоза (К) и поясничного лордоза (L) (рис. 4).

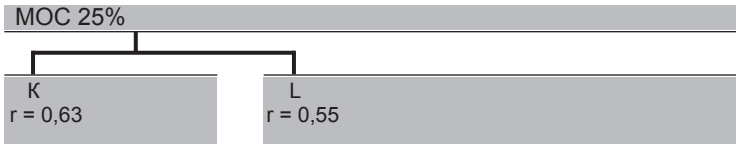


Рис. 4. Корреляционные связи спирографических и гониометрических показателей девушек шестой группы.

Анализ корреляционных связей вариационно-пульсометрических и гониометрических показателей у девушек с признаками нарушения осанки выявил прямые выраженные связи между СКО и углами шейного лордоза (Д), грудного кифоза (К) и поясничного лордоза (L) (рис. 5).

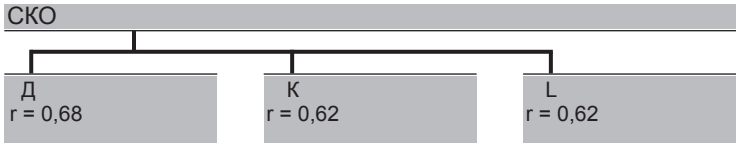


Рис. 5. Корреляционные связи вариационно-пульсометрических и гониометрических показателей девушек шестой группы.

Анализ выявленных связей морфофункциональных показателей и параметров элементного статуса в женском организме в трех периодах онтогенеза при складывающейся мозаичной картине позволил обнаружить ряд закономерностей. Из 18 разнонаправленных выраженных и тесных связей 5 тесных связей параметров кардиореспираторной системы и содержания макро- и микроэлементов выявлены только в периоде второго детства.

В подростковом и юношеском возрасте максимально выявлено 10 выраженных связей, при этом в подростковом возрасте связи характеризуют взаимозависимость параметров кардиореспираторной системы с содержанием Ca и селена (Se). Напротив, в юношеском возрасте взаимозависимостью характеризуются параметры кардио-респираторной системы и углы шейного и поясничного лордозов, и грудного кифоза.

В периоде второго детства содержание фосфора и кремния, сниженные в сравнении с подростковым и юношеским возрастом, ассоциированы с увеличением объемных показателей дыхательной системы. Однако содержание Са, максимальные значения которого характерны для девочек периода второго детства без признаков нарушения осанки, ассоциировано с возрастанием объемно-скоростных показателей дыхательной системы. В этой возрастной группе, но с признаками нарушения осанки, обнаружены прямые тесные связи интегрального показателя сердечнососудистой системы, наиболее полно информирующего о напряжении компенсаторных механизмов, с объемными показателями дыхательной системы. То есть с возрастанием величины индекса напряжения сердечно-сосудистой системы увеличиваются значения объемных показателей дыхательной системы. В организме девочек-подростков с нарушением осанки с возрастанием активности гуморального канала регуляции кардиоритма ассоциировано снижение содержания Са, а с увеличением жизненной емкости легких ассоциировано увеличение содержания Se.

Из исследованных связей признаков сердечно-сосудистой и дыхательной систем, гониометрических параметров с содержанием биологических элементов максимальной взаимозависимостью функциональных признаков характеризуется детский организм с нарушением осанки. Ассоциированностью функциональных параметров кардиореспираторной системы с содержанием макро- и микроэлементов характеризуется детский организм без нарушения осанки и подростковый период с нарушением осанки.

Справедливо полагать, что с учетом онтогенетических особенностей, свойственных периоду второго детства и подростковому возрасту, большую функциональную зависимость имеют связи признаков, характеризующие элементный статус и параметры кардиореспираторной системы.

В юношеском периоде онтогенеза функциональные параметры ассоциируются с морфологическими признаками, описывающими форму позвоночного столба, причем максимальным количеством связей (5) характеризуется организм девушек с нарушением осанки. С позиций устоявшегося в классической физиологии представления о том, что от степени скоррелированности признаков систем организма зависят адаптивные возможности организма, максимальное количество связей, выявленное при нарушении осанки в периоде второго детства и юношеском возрасте, свидетельствует об оптимальных адаптивных возможностях. Справедливо полагать, что дезадаптивные изменения в большей мере характеризуют подростковый период онтогенеза. Степень диссоциированности патогенетических и саногенетических механизмов регуляции систем жизнеобеспечения при нарушении осанки в онтогенезе, установленная с использованием функционального подхода, можно рассматривать в аспекте инноваций фундаментальной медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Агаджанян Н. А.** Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: КМК, 2001. 83 с.
2. **Баевский Р. М., Иванов Г. Г.** Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая функциональная диагностика. 2001. № 3. С. 108–127.
3. **Бутова О. А.** Соматическая и функциональная антропология. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2002. 123 с.
4. **Бутова О. А., Фогель А. В.** Особенности функционирования сердечнососудистой системы организма девушек в подростковом и юношеском периодах онтогенеза при сколиозе // Вестник РУДН, серия «Медицина». М.: Изд-во РУДН, 2008. № 6. С. 114–119.
5. **Бутова О. А.** Онтогенетические особенности макро- и микроэлементного статуса женского организма при нарушении осанки // Современный мир, природа и человек: сб. науч. тр. Томск, 2009. Т. 1. № 2. С. 4.
6. **Дробышев А. И.** Основы атомного спектрального анализа. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997. 176 с.
7. **Мартиросов Э. Г.** Методы исследования в спортивной антропологии. М.: Физкультура и спорт, 1982. 196 с.
8. **Савельев Б. П., Ширяева И. С.** Функциональные параметры системы дыхания у детей и подростков. М.: Медицина, 2001. С. 232.
9. **Сильвестров В. П., Бакулин М. П., Семин С. Н.** Клиническая интерпретация данных исследования функции внешнего дыхания: Методические рекомендации. М., 1990. С. 123.
10. **Скальный А. В.** Химические элементы в экологии и физиологии человека. М.: Издательский дом «ОНИКС XXI»: Мир, 2004. 231 с.

ОБ АВТОРЕ

Бутова Ольга Алексеевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии и физиологии Института живых систем.
olga_butova@mail.ru

Butova Olga Alekseevna, M.D. Professor, head of the Anatomy and Physiology Department, Institute of Living Systems. North-Caucasian Federal University. olga_butova@mail.ru

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2013

УДК 911.37

В. С. Белозеров [V. S. Belozerov],
А. А. Черкасов [A. A. Cherkasov]

ГИС-МОНИТОРИНГ ЭТНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РОССИИ

GIS–monitoring ethnic processes in Russia

В статье рассматривается применение ГИС-технологий при мониторинге этнических процессов в России и возможности геоинформационного моделирования этнических процессов в России.

The article discusses the use of GIS technology in the monitoring of ethnic processes in Russia, GIS modeling capabilities of ethnic processes in Russia.

Ключевые слова: геоинформатика, система, мониторинг, этнические процессы, геоинформационное моделирование.
Key words: geoinformatics, system, monitoring, ethnic processes, geo-information modeling.

В настоящее время остро стоит вопрос гармонизации межнациональных отношений и формирование российской идентичности с точки зрения обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития Российского государства. Недостаточная, отстающая от реалий жизни изученность пространственных особенностей этнических процессов снижает эффективность проведения национальной региональной политики, главной задачей которой является обеспечение целостности и устойчивого развития Российского государства. Для действенного решения этнических проблем необходимо проводить всесторонние исследования, направленные на обеспечение органов государственной власти своевременной аналитической информацией об этих процессах на территории России и в ее регионах (1).

Как показывает опыт, эффективность и практическая значимость такого исследования возрастают, если в его основу положен комплексный мониторинг, основанный на использовании геоинформационных технологий (5). Он включает систему повторяющихся наблюдений, текущих оценок и прогноза этнических процессов в стране на различных территориальных уровнях.

На базе Лаборатории народонаселения и ГИС-технологий Северо-Кавказского федерального университета на протяжении ряда лет ведется работа по созданию системы, способной обеспечивать мониторинг этнических процессов в России. Таким образом, была разработана геоинформационная система «ГИС «Этнический атлас России»[1], которая позволила структурировать статистические данные, характеризующие этнические процессы в Рос-

1 Работа подготовлена при финансовой поддержке РГНФ № 12–01–12031.

сии. Система основана на использовании технологий ArcGIS Spatial Analyst фирмы ESRI. Программное ГИС-обеспечение семейства ArcGIS выбрано не случайно. Это наиболее эффективный инструментарий для моделирования и пространственного анализа современных этнических процессов. С его помощью решаются следующие актуальные задачи: сбор и организация тематической информации в соответствии с выбранной логической структурой; построение пространственно-временных полей и моделей; экспертиза и мониторинг этнических процессов в России и ее регионах; анализ этнических аспектов урбанизации в России. Статистической базой данной ГИС служат результаты переписей населения за 1959, 1970, 1979, 1989, 2002 и 2010 годы.

Одним из ключевых элементов ведения мониторинга этнических процессов в России являются пространственно-временное и математическое моделирование (3). Функциональные возможности данной ГИС, позволяют получать модели на различных территориальных уровнях:

1. Федеральном (Россия).
2. Региональном (Федеральный округ, экономический район).
3. Субъектном (край, область, республика).
4. Локальном (город и административный район).
5. Поселенческом (муниципальное образование).

Полимасштабность исследования дает возможность выявлять пространственные особенности этнических процессов отдельных территорий в сравнении с другими, определять место исследуемой территории в масштабе страны, что в целом усиливает экспертную составляющую ГИС (2).

Подробнее остановимся на методах моделирования этнических процессов в России. Нами активно используется центрографический метод (6). Созданный на основе этого метода картографический материал позволяет не только оценивать, находится ли этнос, проживающий на территории России, в «равновесии» или «дисбалансе», но и определять вектор смещения центра, выделить народы с разной интенсивностью смены географии расселения. Так, были выявлены этносы:

— с меняющейся географией расселения на протяжении длительного времени (русские, татары, евреи, белорусы, украинцы, немцы);
— этносы с быстро меняющейся географией расселения (аварцы, чеченцы, армяне, азербайджанцы);
— этносы с относительно устойчивым центром тяжести населения (казахи, башкиры) (рис. 1).

Рассмотрим центр тяжести расселения у русских как этноса с меняющейся географией расселения на протяжении длительного времени. Наибольший сдвиг центра тяжести расселения русских на восток страны произошел в период с 1959 по 1970 год, центр расселения смес-

Рис. 1. Центры тяжести расселения народов в России, 1959–2010 гг.

тился с северо-запада Оренбургской области на территорию Республики Башкортостан (запад региона), в дальнейшем сдвиг на восток продолжался вплоть до 1989 года, когда центр расселения русских достиг центральной части республики. После 1989 года центр тяжести изменил свой вектор с восточного направления на западное. В период с 1989 по 2002 год произошел сдвиг на запад, центр тяжести расселения русских в 2002 году совпадает с центром тяжести расселения русских в 1979 году. К 2010 году центр сместился к уровню 1970 года.

Данные тенденции подтверждаются другими моделями, в частности точечным методом ареала расселения русских, который подтверждает выявленную тенденцию сдвига в расселении русских на восток до 1989 года и на запад в последующие годы.

К этносам с меняющейся географией расселения на протяжении длительного времени относятся и украинцы. У украинцев отмечается значительное смещение центра тяжести расселения. В период с 1959 по 1970 годы центр сместился в северо-западном направлении и остановился у восточной границы Челябинской области на территории Казахстана. С 1970 по 1989 годы центр тяжести двигался в восточном направлении по территории Казахстана. После 1989 года центр тяжести меняет свой вектор на северо-западное направление, при этом наблюдается активное его смещение, и в 2002 году он находился на границы Челябинской области и Рес-

Рис. 2. Метод ареала расселения (на примере расселения азербайджанцев в России, 1959–2010 гг.).

публики Башкортостан. В дальнейшем тенденция сохранилась, и в 2010 году центр тяжести расселения украинцев в России находился в центральной части Республики Башкортостан.

К этносам с быстро меняющейся географией расселения в России относятся народы ближнего зарубежья. В частности у азербайджанцев центр тяжести характеризуется быстрой сменой географии расселения, на северо-восток страны (рис. 1). В период с 1959 по 1970 год отмечен сдвиг центра тяжести азербайджанцев с востока Астраханской области в ее юго-западную часть. С 1970 по 2002 годы смещение меняется на северо-восточное направление, и перемещается в северо-западную часть Оренбургской области. Отметим что, за весь период с 2002 по 2010 годы центр тяжести достиг определенного равновесия, остался фактически на том же уровне, и даже немного сместился в юго-западном направлении.

Армяне также относятся к этносам с быстро меняющейся географией расселения. Так, переписи населения 1959, 1970 и 1979 года отличают стабильное нахождение центра тяжести в юго-восточной части Ростовской области. После 1979 года центр тяжести расселения армян начинает быстро смещаться в северо-восточном направлении. В 1989 году центр находился в юго-

западной части Волгоградской области, к 2002 году сместился в центральную часть данного региона, а в 2010 году зафиксирован в северной части области.

Данные тенденции у всех вышерассмотренных народов, находят свое подтверждение в точечном методе, моделях ареала расселения (рис. 2). Основой данного метода является точка как элемент несения информации. Вес точки определяется пользователем, то есть одна точка несет в себе количество человек. Таким образом, плотность точек показывает территории наиболее плотного расселения этноса. На основе системы повторяющихся наблюдений наглядно вырисовывается изменение картины расселения. Например, рассматривая расселение азербайджанцев можно видеть, как на протяжении второй половины XX столетия активно менялась география расселения народа (4).

Мониторинг этнических процессов в России на основе ГИС-технологий позволяет комплексно анализировать процесс трансформации этнической структуры и выявлять географические особенности расселения народов в России. С появлением геоинформационных технологий значительно упростилось использование математических методов в построении картографических моделей, что до появления ГИС было более сложным, а гибкость ГИС позволяет обновлять данные с появлением новой статистической информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белозеров В. С., Панин А. Н. Мониторинг этнодемографических и миграционных процессов в ЮФО // ArcReview. М., 2006. №3(38). С. 8–9.
2. Белозеров В. С. Мониторинг этнических процессов Северного Кавказа с помощью ГИС-технологий // Расселений, этнокультурная мозаика, геополитика и безопасность горных стран: тезисы Международной конференции. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001. 226 с.
3. Берлянт А. М. Геоинформационное картографирование. М., 1997. 64 с.
4. Берлянт А. М. Картография: учебник для вузов. М.: Аспект Пресс, 2001.
5. Панин А. Н., Фурщик М. А. ГИС для стратегического управления полиэтничными территориями: потенциал, возможности, перспективы // ArcReview. М., 2011. №2(57). С. 12–14.
6. Полян П. М., Трейвиш А. И. Центрографический метод исследования территориальных структур: проблемы развития и применения // Изв. АН. 1990. №2. С. 92–105.

ОБ АВТОРАХ

Белозеров Виталий Семенович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор географических наук, профессор, зам. проректора по учебной работе и академическому развитию, заведующий кафедрой экономической и социальной географии.
E-mail:vsbelozerov@yandex.ru.

Черкасов Александр Александрович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», ассистент кафедры картографии и геоинформатики. E-mail: cherkasov_stav@mail.ru.

Belozerov Vitaliy Semenovich, North-Caucasian Federal University, Deputy vice rector for academic affairs and academic development, Doctor of geographical sciences, professor, Head of Economic and Social Geography Department.

Cherkasov Aleksandr Aleksandrovich, North-Caucasian Federal University, Institute of Natural Sciences, Department of cartography and geoinformatics, assistant.

УДК 82–21

И. А. Бабенко [I. A. Babenko]

ТРАВЕСТИРОВАНИЕ МОРТАЛЬНЫХ КОДОВ В ПОЭТИКЕ РУССКОЙ САТИРИЧЕСКОЙ ДРАМАТУРГИИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX ВЕКА

Mimicking codes of death in poetry of the russian satirical drama at the second half of the XIX centure

Статья посвящена проблеме включения танаталогических знаков в поэтику сатирических пьес Салтыкова-Щедрина и Сухово-Кобылина. Автор на основании текстуального исследования драм сделала вывод о том, что пародийная интерпретация темы смерти является важной составляющей гротескной поэтики пьес. Трансформация традиционных для гротеска представлений об антиномичности мортальных образов обусловлена особенностями мировоззрения драматургов, а также изменением общественной и культурной моделей, отражаемых в драмах.

The article deals with the inclusion codes of death in poetry of the satirical plays Saltykov-Shchedrin and Sukhovo-Kobylin. The author, on the basis of textual research dramas concluded that satirical interpretation of the theme of death is an important part of the grotesque poetry plays. The transformation of the traditional notions of the grotesque images antinomy mortalnyh codes outlook due to the peculiarities of playwrights, and changing social and cultural patterns, as reflected in the dramas.

Ключевые слова: гротеск, мортальность, амбивалентность, травестирование, сатирическая драматургия.
Key words: grotesque, mortalnost, ambivalence, mocking, satirical drama.

Русская литература, и в частности драматургия, насыщена мортальными кодами, которые в каждом отдельном случае выполняют свои специфические функции. Вероятно, это обусловлено тем, что смерть как одна из константных категорий бытия начала осмысляться еще в дописьменную мифологическую эпоху и продолжает быть предметом обыденно-бытовых и философско-эстетических размышлений. Существует множество философских интерпретаций понятия «смерть», среди которых можно назвать, например, интерпретации Г. В. Ф. Гегеля, А. Шопенгауэра, С. Кьеркегора. В современной литературе, посвященной танатологии, выделяется несколько основных тенденций литературно-эстетической трактовки понятия «смерть»: «смерть как длительный процесс умирания души — «духовная» смерть при жизни ...«живой труп», «мертвая душа», «лишний человек» — вот ярчайшие образы русской культуры, отразившие философское осмысление смерти и жизни в их сложной взаимосвязи; ...смерть как желанное избавление от жизни, жажда смерти как форма протеста против не-

достойной человека жизни — эстетизация смерти как радостного прощания с жизнью» (3).

Особый интерес представляет включение танаталогических знаков в поэтику сатирических и гротескных драматургических текстов. Для изучения специфики функционирования мортальных кодов в сатирической драматургии в качестве объектов исследования нами были избраны пьесы М. Е. Салтыкова-Щедрина, А. В. Сухово-Кобылина.

Обращение художников к осмыслению темы смерти очевидно уже из семантики заглавий пьес — «Смерть Пазухина» М. Е. Салтыкова-Щедрина и «Смерть Тарелкина» А. В. Сухово-Кобылина. На этом же уровне выявляется и тенденция к травестированию мортальных кодов: в «Смерти Тарелкина» ни Тарелкин, ни кто-либо другой не умирает, а смерть Пазухина оборачивается настоящим праздником для наследников. Таким образом, в этих пьесах «мортальность заложена в механизм рецептивного ожидания» (1), но возникающий когнитивный диссонанс между заглавием и содержанием открывает пародийно перевернутый мир драм.

В комедии М. Е. Салтыкова-Щедрина «Смерть Пазухина» в пародическом ключе предстает вышеназванная идея радостного приятия смерти. Травестирование распространенного в культуре мотива заключается в том, что радость испытывает не тот, кому предстоит умереть — Пазухин, а его окружение, предвкушающее скорую возможность прибрать к рукам немалый капитал. В финале же пьесы, когда Пазухин-старший умирает, действие, должное принять трагически скорбный характер (ушел из жизни отец, друг, государственный человек), приобретает балаганно-фарсовые черты. Проводившая последние часы и дни с Пазухиным-старшим Живоедова, выдававшая свои старания за бескорыстное служение, обнаруживает полнейшее равнодушие к самому моменту смерти покровителя, а под маской благочестия оказывается скрыта алчная натура: «Помер! Глянула я давеча в сундук, а там билетов, билетов-то... ужасти! Вот и взяла бы, да куда я с ними денусь?» (6). Травестийное снижение выспренных надгробных речей находим в монологе зятя Пазухина — Фурначева, также являвшего перед окружающими образец честности и порядочности: «Вот наша жизнь какова!.. Подобна сну мятежному, можно сказать, или вот плаванью по многоволнистому океану житейскому! Сколько ни употребляй усилий, сколько ни бейся против волн, а все погрузиться в хладное оных лоно придется... Однако пора бы и приступить...» (6). Фурначев задумал обокрасть мертвеца-тестя и скрыться с билетами, однако, испытывая некую робость, он вспоминает похожий случай из своей жизни, в котором предельно снижено само представление о гибели близкого человека как катастрофической, невосполнимой утрате: «<...> Умирал тогда покойник батюшка — тоже боялся я, чтобы матушке после него наследство не осталось <...> В ту пору я бесстрашнее был <...> вошел, отомкнул сундук и взял <...> Да что и взял-то! всего и богатства два двугривенных после покойника осталось...» (6). Основное беспокойство «любящего сына» вызывает судьба наследства, а не факт смерти

отца, ужасный поступок травестируется определением «бесстрашнее был», то есть отождествляется с неким героическим свершением.

Но наиболее разительные перемены в духе балаганного представления или (в извращенном виде) карнавального превращения происходят с Пазухиным-младшим, волею случая ставшим единственным наследником отца. Прокофий Иванович не принимал образа жизни и привычек родителя, жил со своим семейством как подобает купцу, но не дворянину (даже его внешний вид в первых двух действиях — «одет в синий кафтан, носит бороду и острижен по-русски» (6) — указывает на грандиозный разрыв между образом жизни его и отца, жившего по-европейски). В третьем действии Пазухин-младший решает повиниться перед отцом и меняет обличие (пока только внешнее): «без бороды и одет в сюртук, впрочем, ниже колен» (6), ведет себя совершенно как подобает дворянину и любящему сыну. Основной момент превращения приходится на наиболее драматичный с точки зрения нормальной логики момент действия — смерть Пазухина-старшего. Кончина отца воспринята Прокофием Ивановичем как момент своего самоутверждения: «Тут, ваше превосходительство, и понимать больше нечего, кроме того, как вы все во власти моей состоите... *(Одушевляясь.)* Будете мне теперича кланяться, мы теперича сами при капиталах находимся!» (6). Место причитаний и скорбных монологов заменяют реплики, отражающие осознание собственной значимости, величия, почти всемогущества, травестирующие один из самых печальных моментов человеческого существования: «На всех я на вас плюю!..» (6); «<...> Все это мое! *(Разводит руками.)* И это мое, и это мое — все мое!» (6). Кульминационным моментом в этом «пире во время чумы» становится посрамление Пазухиным-младшим разоблаченного им Фурначева. Решив отомстить шурину, Прокофий Иванович не обращается с жалобой в полицию или к начальству Фурначева, а всем (включая даже дворню) рассказывает о неудавшемся злодеянии и представляет его как вора и преступника. Когда самолюбие Пазухина удовлетворено, он отпускает своего зятя и в духе народной площадной комедии кричит: «Православные! расступитесь! дайте дорогу вору и грабителю, статскому советнику господину Фурначеву!» (6).

Таким образом, Салтыков-Щедрин включает танаталогические знаки в художественную систему сатирической драмы. Естественно, что стоящая перед драматургом задача осмеяния и развенчания порока требовала своеобразного подхода к интерпретации смерти. Салтыков-Щедрин прибегнул к травестийному снижению мортальных кодов, уход человека воспринимается в извращенной (с точки зрения нравственности) форме, что отчетливее характеризует порочность и неправильность мира, в котором обитают герои пьесы.

А. В. Сухово-Кобылин активно рецепеирует мортальный код как характернейшую черту гротескной поэтики, определявшую всю художественную систему его драматургической трилогии «Картины прошедшего»: «в гротеске обязательно присутствует тенденция к смерти» (4). Первым и наиболее глубоким по содержанию, трагически окрашенным мортальным ко-

дом в триптихе является описание смерти затравленного чиновниками Петра Константиновича Муромского в передней Важного лица. Измученный круговой порукой, бесконечно длящимся следствием, Муромский приходит искать правды к высшему начальству, но и здесь издевательства продолжаются. Петр Константинович начинает догадываться, что все чиновники заодно: «тут все одна шайка...» (7), с ним случается припадок, обостряются боевые ранения (он ранен под Можайском, защищая Россию от французов, но не сумел защитить себя и свою семью от бюрократов), у него начинается «бессвязность этакая в речах» (7). Страшная правда действительности состоит в том, что только умирающий человек в бреду может высказать обвинительный приговор власти: «Нет у вас Правды! Суды ваши — Пилатова расправа. <...> Судейцы ваши <...> крюком правосудия поддевают отца за его сердце и тянут <...> и тянут» (7). После этого самого трагического момента в трилогии начинается переход к гротескно-травестийному отражению действительности в целом, и мортальных кодов в частности.

В пародийном ключе танаталогические знаки представлены уже в финальном монологе Кандида Касторовича Тарелкина в «Деле»: «Взял бы тебя, постылый свет, да запалил бы с одного конца на другой, да надемши мой мундиришко, прошелся бы по твоему пепелищу: вот мол тебе, чертов сын» (7). Обманутый чиновник настолько обозлен, что утолить его злобу может лишь гибель всего света; занимающий одно из самых низких мест в канцелярии, ничтожный Тарелкин ставит себя выше смерти, даже над ней. Мотив игры со смертью и «переигрывания» ее (конечно же, ложного) легли в основу коллизии комедии-шутки «Смерть Тарелкина».

В заключительной пьесе триптиха Тарелкин, прозванный в «Деле» «канцелярской куклой», хоронит куклу вместо себя, а сам становится Копыловым. Чиновник считает, что перехитрил всех и даже саму смерть, и пытается начать новую жизнь. Но обман разоблачен, и Тарелкин, считавший себя всемогущим властителем судеб, сам мучится в полицейском участке. Переигрывание смерти оказывается невозможным, и мортальные коды даже в травестированной форме сохраняют, хотя и в редуцированной виде, свой устрашающий, отталкивающий характер. Тарелкин под страхом смерти признается в «оборотничестве», реальная кончина пугает его, и от прежних иронических надгробных речей о себе самом не остается и следа. В этом заключается ведущий принцип гротескного способа «воплощения познаваемой сущности» (4): один и тот же объект изображения может быть и смешным, и страшным. Так и смерть в комедии и становится объектом насмешки Тарелкина, и вызывает неподдельный ужас, заставляющий забыть шутку, ведь покойник может оказаться и не мнимым.

В текст пьесы включена и прямая пародия на один из самых известных текстов, посвященных осмыслению смерти, — монолог Платона «Федон». Так, Тарелкин, рассуждая о бренности человеческого существования над собственным гробом, ведет тонкую языковую игру с Расплюевым, комизм и пародийность которой основаны на знании самого Тарелкина и

зрителя о мнимости кончины Кандида Касторовича и незнании остальных персонажей. На замечание Расплюева «душа бессмертна», Тарелкин, воодушевившись, отвечает, «А, не правда ли! Бессмертна, то есть мертвые не умирают!» (7). У Платона находим следующее замечание: «А то, что не примет смерти (называется. — *И. Б.*) бессмертным. Но ведь душа не принимает смерти? Нет. Значит, душа бессмертна?» (5). Рассуждение об одном из универсумов человеческого бытия травестируется в обыденный, низовой план, к тому же речи Тарелкина намеренно лживы, направлены на то, чтобы обхитрить окружающих. Бессмертие души в гротескно-карнавальном духе подменяется жизнью тела после мнимой смерти.

Известно, что Сухово-Кобылин был приверженцем и одновременно интерпретатором философской системы Гегеля, также неоднократно обращавшегося к трактовке понятия «смерть». В контексте темы нашего исследования наиболее значимым предстает высказывание философа, встречающееся в лекциях 1803–1804 гг.: «При помощи смерти Субъект утверждает себя в качестве свободного» (Цит. по: 3). Это положение травестийно воплощено в художественной системе пьесы «Смерть Тарелкина»: Кандид Касторович утверждает при помощи мнимой смерти свою лжесвободу, а точнее, вседозволенность. Если в «Деле» свобода мыслится им как возможность отомстить всем, но только в теоретическом плане, то в заключительной части триптиха извращенная свобода «умершего» Тарелкина уже агрессивно им применяется. Свобода наступает только, когда он освободился от своей прежней оболочки, умер, по мнению окружающих. Сбросив прежнюю личину, Тарелкин уже может делать все, что было не дозволено «при жизни»: грозить начальству, говорить правду. Правда, состояние это оказывается временным: драматургу важно показать (в гротескно-неправдоподобной форме), что государственная машина не дает свободы даже мертвому. Именно после «смерти» Тарелкин преследуется полицией как «вурдалак», в то время как «при жизни» был взяточником, казнокрадом и вполне «благополучным» чиновником.

Таким образом, Сухово-Кобылин усиливает тенденцию к травестированию мортальных кодов в поэтике сатирической драмы. Обращаясь к гротескному способу типизации, он актуализирует антиномичный характер мортальных образов. Пародирование смерти тесным образом связано со страхом: хохочущий над своим гробом Тарелкин моментально превращается в страдающего и испуганного человека, оказавшись перед реальной возможностью погибнуть.

Итак, Сухово-Кобылин и Салтыков-Щедрин включают мортальные знаки в художественную систему своих драм в травестированно-пародийном виде. Смерть становится объектом насмешки, шутки (недаром и жанр пьесы драматург определяет как «комедия-шутка»). Однако гротескная тенденция к амбивалентности образа, балансирующего на границах двух не пересекающихся в действительности миров, обусловливает устрашающий, трагический характер танаталогических знаков. При этом характерно, что в отличие от классических форм гротеска смерть, одновременно пугающая и

веселящая, лишена в пьесах положительного полюса, умерщвление не ведет к возрождению. Наоборот, перерождение Пазухина-младшего и Тарелкина носит мнимый и пародический характер, оно еще больше приближает их к гибели, прежде всего духовной. Эта тенденция, вероятно, обусловлена тем, что гротеск в реалистических произведениях имеет принципиальное отличие от гротеска классического. У Рабле, Шекспира, Сервантеса гротеск миросозерцателен, с его помощью происходит действительное перерождение мира, его обновление и, следовательно, улучшение. Обновление же это невозможно без умерщвления старого. Отсюда такие разноположенные понятия, как «жизнь» и «смерть», «веселье» и «ужас», становятся равноположенными, они — составные части одного процесса. Художники-реалисты редуцируют эту миросозерцательную функцию гротеска и используют его в первую очередь в качестве средства социально-исторического и социально-психологического анализа. Хотя и Салтыков-Щедрин, и Сухово-Кобылин ставили перед собой художественную задачу избавления общества от изживших себя форм, однако они не видели и не могли увидеть ничего нового, обновленного на месте разрушенного старого. Избавление (в рамках художественного текста) от призраков действительности не созидало идеалов. И сама действительность, и характер мировоззрения художников были слишком далеки от возрождающего начала карнавала; смерть и разрушение несли только отрицательное, гибельное начало.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ищук-Фадеева Н. И.** Концепт самоубийства в русской драматургии («Самоубийца» Н. Эрдмана) // Вестник ТГПУ. 2011. №7. С. 12–18.
2. **Кожев А.** Идея смерти в философии Гегеля. М., 1998.
3. **Лисицына Т. А.** Образы смерти в русской культуре: лингвистика, поэтика, философия // Фигуры Танатоса. Философский альманах. СПб., 1995.
4. **Николаев Д. П.** Сатира Щедрина и реалистический гротеск. М.: Художественная литература, 1977.
5. **Платон.** Федон // Собр. соч.: в 4 т. М.: Мысль, 1993. Т. 2. С. 7–81.
6. **Салтыков-Щедрин М. Е.** Смерть Пазухина // Собр. соч.: в 20 т. М.: Художественная литература, 1965–1977. Т. 4. С. 64–128.
7. **Сухово-Кобылин А. В.** Картины прошедшего. Л.: Наука, 1989.

ОБ АВТОРЕ

Бабенко Ирина Андреевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», аспирант кафедры отечественной и мировой литературы гуманитарного института.

Babenko Irina Andreevna, North-Caucasian Federal University, Institute of Humanities, Department of Domestic and world literature, postgraduate student.

УДК 801.7

И. В. Дубровина [I. V. Dubrovina]

ПЕРСПЕКТИВА ПРЕОДОЛЕНИЯ ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНОГО КОНФЛИКТА В ДРАМЕ Н. КОЛЯДЫ

The prospect of overcoming existential conflict in a drama of N. Kolyada

В статье рассматривается конфликтостроение, присущее драматургии Н. Коляды; осуществляется выявление экзистенциального и межличностного уровней конфликта, а также способов их взаимовлияния — взаимодействия [In the article, consider the clash inherent drama of N. Kolyada. By identifying the existential and interindividual levels of conflict, as well as methods for their interdependence and cooperation].

Ключевые слова: субстанциональный конфликт, межличностный конфликт, проблема субъектного диалога, формы исповедальности — «неполная исповедь», «полная исповедь». **Key words:** the substantive conflict, interindividual conflict, the problem of subject's dialogue, the form of confessional — «partial confession», «full confession».

Устойчивое закрепление в кругу исследователей творчества Н. Коляды получает утверждение приоритетной значимости экзистенциальной конфликтности в драматургическом мире автора. Субстанциональный характер конфликтообразующих противоречий пьес Коляды, продемонстрированный автором нагнетанием натуралистически-отталкивающих сцен неустроенной повседневности России рубежа XX–XXI веков, складывающихся в мозаику всеобщей бытовой неурядицы и непреодолимого жизненного страдания, выявил Н. Л. Лейдерман: «...реалии постсоветского быта оказываются максимально выразительным воплощением онтологического хаоса, экзистенциальной безнадеги» [8, с. 569–570]. Это положение концепции исследователя приобрело дальнейшее распространение и развернутое аналитическое подкрепление в работах О. С. Наумовой, Е. В. Старченко, Е. Ю. Лазаревой, Г. Я. Вербицкой, обосновавших определяющую роль онтологического конфликта в структурной организации драмы Коляды. Е. Ю. Лазарева, указывая на маргинальность пространства и времени перестроечной и постперестроечной действительности, описываемой драматургом, ментальную маргинальность включенного в нее героя как на символ непреодолимой онтологической конфликтности, прямо ссылается на теорию Н. Л. Лейдермана [6, 2010]. Г. Я. Вербицкая говорит о приверженности Коляды к открытой драматургической форме — отказе драматурга от разрешения конфликта и продолжении его развертывания за пределами пьесы — как о свидетельстве экзистенциальной подосновы конфликтостроения [1].

В исследовании О. С. Наумовой, напротив, субстанциональная природа конфликта вытекает из иррационального характера завершения драматической ситуации (или за счет прямого авторского вмешательства как реа-

лизации высшей теургической воли — здесь Коляда выступает продолжателем драматургических приемов поэтики Л. Петрушевской, или посредством выхода в иррациональную область, вариантом которого выступает смерть или самоубийство героя) [10]. Более обоснованной представляется концепция Вербицкой: конфликтообразование пьес Коляды принципиально не исчерпаемо, так как введено автором в координаты вечности и выход в сферу ирреального не может быть осмыслен в качестве завершающей точки конфликтостроения, напротив, подобные способы финала представляют вневременную фиксацию представленных противоречий и увековечение их трагических сломов. Все попытки преодоления героем обступающей его конфликтной действительности, замкнутые в сфере его чувствований и интуитивистики, но никогда не восходящие до уровня осознания (переезд в другой город или страну, стремление жениться или развестись, погрузиться в мир воспоминаний прошлого или планов на будущее) обречены на неудачу. Смерть или самоубийство персонажа способны перерубить конфликтный узел лишь на уровне частной человеческой судьбы, уровень же проиллюстрированного ею общечеловеческого «удела» демонстрирует не развязку конфликта, но констатацию непреходящей трагедийности мироустройства. Именно поэтому финал пьес Коляды, ознаменованный смертью, производит столь ошеломляющее воздействие, сравнимое с катарсическим эффектом античной трагедии, главным действующим лицом которой выступает Рок.

Однако субстанциональные противоречия, образуя в драме Коляды глубинный уровень развития действия, сопрягаются при этом с более высоким, сознательно выведенным на поверхность, можно сказать, обнаженным драматургом, но не менее значимым в драматургической ткани межличностным конфликтом. Игнорирование исследователями роли и специфики межличностного взаимодействия в пьесах Коляды приводит, с одной стороны, к их сгущено фатической интерпретации, с другой — к нивелированию эстетического синкретизма поэтики драматурга. Так, идентификация его творчества производится в искусственно суженном контексте влияний модернистской драмы, а также в силовом поле чеховской эстетики, ориентированной на реалистическое отражение действительности.

Воплощение Колядой субстанциональной проблематики рассматривается литературоведами в русле претворения–преломления модернистски-абсурдистской и чеховской традиций: художественная демонстрация обреченности человека на жизненную маяту и скуку, изображение разрушительной власти тривиальной повседневности или абсурдности существования, осмысление трагического несовпадения мечты и реальности, а также невозможности возврата в прошлое и осуществления реконструкции ушедшего мира личностной гармонии [1; 7; 10]. Все эти тугие узлы конфликтообразования, безусловно, наличествуют в драматургии Коляды, но освящаются автором мягким идиллическим светом. Экзистенциальная проблематика, имеющая доминантную позицию в модернистской драме и драматургии Чехова и призванная к утверждению непреодолимости человеческого страдания, в

пьесах Коляды вступает в отношения «взаимодополнительности» к проблеме субъектного диалога, поставленного сентименталистским театром XVIII века как перспективной возможности разрешения корневых проблем личности, социо- и мироустройства.

Литературоведами отмечалось, что герои Коляды, как и персонажи Чехова, прибывая в личностных капсулах, глухи к словам друг друга, но в этой «персонажной закрытости», действительно, общей для драматургов, есть и принципиальные отличия. Герои Чехова не стремятся раскрыть себя, их мысли и переживания, не будучи афишируемыми, остаются в своей интимной сфере, и могут быть выражены и прочитаны лишь косвенно в случайно оброненных фразах, нелепице диалогов и поступков. Несчастье чеховских персонажей обусловлено общей нескладицей человеческой жизни, непонимание и глухота друг к другу выступают лишь штрихом к тотальной неустроенности существования, едва ли разрешимой достижением межличностного контакта. Проблема непонимания между людьми представляется Чеховым как неизменная фактологическая данность, его герой не стремится к раскрытию своего внутреннего Я и постижению Другого как к освобождению от страдания (в этом отношении Чехов является реалистом в высшем смысле).

Ведущей нотой драматургии Коляды, напротив, выступает исповедальность, совершенно не свойственная, более того, претящая драматургической манере Чехова. Исповедь в художественной системе уральского драматурга приобретает значение базовой структурной единицы, имеющей под собой двойное смысловое обоснование. С одной стороны, исповедальность выступает способом обретения самого себя — человеком человеческого, с другой стороны, возможностью обретения Другого. Исповедальное слово у Коляды антитетично вытеснению, осуществленному на базе философии постмодернизма, человеческого из сферы искусства. Постмодернистская эстетика выстраивается на потере искренности художественного слова, происходящей в условиях осознания симулякризованности жизни и эфемерности человеческого существования. Все участники художественной коммуникации: автор, герой, читатель-интерпретатор — скрываются за игрой культурных кодов, игрой, тем более опасной, чем менее серьезный, не предполагающий истинных чувств и какой-либо ответственности характер она принимает. Новая искренность или новая исповедальность и способы ее достижения в драматургии Коляды знаменуют выход за границы постмодернизма, осуществляемый через обращенность к сентименталистской традиции. Эстетика сентиментализма, впервые представившего читателю всю гамму человеческих переживаний в своей лирической ипостаси, а на театральных подмостках легализовавшего, в противовес классицизму, чувство как наиболее естественной и прекрасное проявление человеческого, в новых художественно-философских условиях рубежа XX–XXI веков предстает наиболее адекватным и действенным механизмом возврата «живого» человека в искусство и возобновления подлинного диалога между автором, героем и читателем.

Исповедь выступает узловой единицей действия в драме Коляды, ее кульминационным пиком, на который в своем пределе направлены все линии взаимодействий между героями, а также автора со своими персонажами. Специфика пьес драматурга, относительно классических норм построения драматического текста, состоит в том, что таких наивысших, эмоционально-сгущенных моментов в развитии действия насчитывается не один, но несколько. Каждый из них предоставляет героям открытую возможность или остаться личностно неприкосновенным, эмоционально закрытым (исповедь героя не находит душевного отклика Другого, повисая в воздухе как собственная потенция) или же достичь понимания с Другим (полная, а не частичная или односторонняя, реализация исповеди), выступающего залогом счастья в мире Коляды. Исповедуется сам автор в своих многочисленных ремарках — лирических отступлениях (что позволяет Наумовой атрибутировать его драму как лирическую), стремятся к исповеди его герои, и, если удается достичь уровня откровения-понимания, то есть обоюдного разрушения субъектной обособленности, субстанциональная конфликтность смягчается. Именно на уровне межличностного взаимодействия, развертывания конфликта по линии Я — Другой в сторону подлинного диалога двух субъектов автором обозначена перспектива преодоления экзистенциального страдания.

Уже в ранних пьесах драматурга, где фактурная натуралистическая составляющая (так называемая «чернуха») его поэтики имела наибольшую силу, исповедь интуитивно понималась героями как единственная возможность излияния — очищения. Так, в пьесе «Вор», выстроенной на высшей степени скандальной для русской литературы фабуле — встрече сорокадвухлетним Матвеем, в течение всей жизни любящим лишь одного человека и никак не могущим пережить его смерть, произошедшую двадцать лет назад, парня — двадцатидвухлетнего Юрия, похожего на свою единственную любовь. Неподдельно и глубоко страдающему Матвею просто необходимо выговориться перед случайным, напомнившим прошлое прохожим, чтобы освободиться от внутренней боли (мотив извращения, совращения полностью снимается драматургом):

> «***Юрий.*** *...Зачем вы все это мне рассказываете? И не смотрите так. Не надо, не надо...*
>
> ***Матвей.*** *Я очень, очень прошу тебя дослушать. Больше никто никогда не выслушает меня. А я должен кому-нибудь рассказать, обязательно. Иначе — я просто не выдержу, иначе — я просто умру*» [2]. Молодой человек оказывается не готов выслушать и понять Матвея, исповедь которого обрывается на своем пике: уличив момент, мелкий воришка Юрий исчезает, собрав самое ценное и прихватив ключи от квартиры. Представляемая драматическая коллизия выступает исчерпанной, однако Коляда не спешит опустить театральный занавес. Страстное, не нашедшее выхода желание Матвея исповедаться получает свою реализацию в привидевшейся герою сцене возвращения Юрия в квартиру доверившегося ему и

цинично обманутого им человека. Молодой вор на этот раз первым требует откровения от Матвея, самостоятельно отвечая его жизненно необходимому стремлению открыться:

«***Юрий***. *Ну что, начнем, пожалуй?*
Матвей. *Чего начинать?*
Юрий. *Исповедь*!» [2].

Исповедь действительно происходит между героями: Матвей изливает свое страдание, вновь переживая и изживая его, и находит эмоциональный отклик — отождествление с собой и безвозвратно ушедшим любимым человеком со стороны Юрия. Но драматург резко обрывает катарсический момент очищения:

«Матвей озирается.
На кухне двое. Он и Она.
Больше нет никого.
Не было.
И не будет.

Темнота», — подлинная исповедь неожиданно превращается в призрачный фантом, предстает своей миражной потенцией, так как выслушать и прочувствовать ее оказывается некому: герой с ужасом осознает, что его собеседник — не более чем проекция собственного «Я» [2]. Другая возможность откровения в этой пьесе исключается: Он — Матвей — не в силах открыться жене, Она — жена — не в силах выслушать Матвея. Конфликтная ситуация пьесы «Вор» и ее драматургическое решение Коляды не столько посредством сценических диалогов, но в визуальной, образной форме представляет распространенную в его драме ситуацию «неполной», словно повисающей в воздухе, исповеди, когда герой, будучи не в состоянии преодолеть личностный вакуум, в своем откровении оказывается не воспринимающим Другого и не воспринимаемым им. Результатом возникновения «неполной исповеди» в драме Коляды становится неосуществление разряжения конфликтообразующих противоречий посредством понимания-сочувствия (характерно, что сопереживание, к которому направлено действие в пьесах уральского драматурга, в сентименталистской драме служит своеобразной альтернативой катарсису высокой трагедии).

Ситуация неосуществленного взаимодействия, невоплощенной исповедальности часто повторяема в драматургии Коляды. В пьесе «Черепаха Маня», действие которой составляют взаимные препирательства собирающихся разводиться супругов, последовательно воспроизведены два зеркально отражающих друг друга диалога: каждый герой пытается поделиться с другим значимым для него воспоминанием из детства, но наталкивается, словно о стену, лишь на злую иронию в ответ. Сначала героиня, вспоминая свою детскую наивность, получает высокомерно саркастическое замечание:

«(Ира, глядя на черепаху, улыбается, вытирает слёзы). *Вот*

смотрю на черепаху и сразу лягушек почему-то вспоминаю. Они из одного семейства. ... А учительница наша в школе нам говорила, что неизвестно, почему Москву называют Москвой... А я маленькая глупая деревенская девочка казалась себе самой умной и удивлялась безграмотности учительницы, потому что мне было так ясно, отчего Москву называют Москвой. Это ведь так понятно. «Москву» надо читать по слогам: «Мос-ква». Сом-ква. Москву строили на болоте. В болоте квакали лягушки: ква-ква. Сом-ква. Наоборот — сом. Сом-ква. Москва. Сом-ква... ***Слава.*** *Как глубоко».* Немногим позже герой, пытаясь освободиться от тяготящего его с детства сознания собственной вины в смерти любимой черепахи, слышит новые обвинения в жестокости от затаившей обиду супруги: «***Слава.*** *Ты не можешь понять, что такое для крохотного человека похоронить любимое существо и знать при этом, что ты виновен в смерти его, ты, ты, ты! Я был глупый и потому искупал её в холодной воде!* ***Ира.*** *Ты остался им! Ты никогда не вырастал! Ты остался мальчиком-злыднем! Маленький, злобный человеконенавистный негодяй!..*» [4].

Знаковым является объединение драматургом пьес «Черепаха Маня» (реализация формы неполной исповеди) и «Венский стул» (реализация формы полной исповеди) под единым заглавием — «Для тебя. Две пьесы для актера и актрисы». Если в «Черепахе Мане» драматургом показаны реалии повседневной жизни семейной пары, находящейся в вечном зазоре между душевной глухотой и достижением понимания, то в «Венском стуле» изображен пиковый момент влюбленности персонажей, ознаменованный возникновением полного душевного, личностного сличения, главным показателем которого выступают услышанные признания друг друга. Взаимопонимание, достижение подлинного субъектного диалога разрешает трагическую конфликтность человеческого существования:

«Горит ткань обшивки стен. Рвётся, трещит.
Нет четырёх стен. Небо. Звёзды.

Она. Теперь мы не расстанемся.
Он. Теперь нас не догнать. Не достать. Теперь мы вместе. Навсегда. Навсегда?
Она. Навсегда... Навсегда... Навсегда...

ТИШИНА.

Вяло догорает, тухнет ткань. Исчезла тюрьма, сумасшедший дом, темница, четыре стены. Влюблённая пара взлетела к звёздам» [3].

Межличностный уровень конфликта (сентименталистский код) в драме Коляды, переплетаясь с субстанциональной основой конфликтостроения (код поэтики модернизма и реализма), обусловливает мерцающий характер разрешения конфликтообразующих противоречий. Драматур-

гу, осуществляющему художественный синтез разнородных поэтических элементов сентименталистской, модернистской и реалистической драмы, удается достичь невозможного в пределах как модернизма, так и классического реализма — временно, в точке одного, частного человека (сентиментализм), но разрешить непреходящую конфликтность бытия (модернизм, реализм). Критики и литературоведы не единожды отмечали, что пьесы Коляды, даже самые мрачные, с наименее разрешимой проблематикой и наиболее заостренным конфликтом, производят светлое впечатление и оставляют после себя надежду. Наиболее яркий пример представляет пьеса «Сказка о мертвой царевне», где трагедия страшного и непоправимого самоубийства героини (смерть как завершающая точка трагедии) смягчается автором, исполняющим заветную мечту ее жизни (постоянно проговариваемую Риммой окружающим ее людям — написать про нее книгу, — но так и не услышанную, не понятую ими) и тем самым увековечивающего и возвеличивающего память о ее страдании:

«ТЕМНО...
СВЕТ
И вдруг стены исчезли.
Не стало комнаты, дивана, дверей, шифоньера.
Ничего не стало.
А за стенами, оказывается — небо. Звездное небо.
В белом искрящемся платье ступает по звездам ИРКА ЛАПТЕВА.
Это она умерла, много лет назад.
Это она хотела, чтобы я написал про нее.
Это про нее я придумал эту историю.
Придумал, стараясь не врать.
Идет Ирка спиной ко мне.
Обернулась, помахала рукой весело и счастливо.
Чему-то посмеялась и заторопилась дальше» [5].

Исповедь, Сострадание, Память, будучи неразрывно взаимосвязанными в этом финале (исповедь героини — сострадание автора, вступившего с ней в диалог на правах персонажа, — бессмертие в памяти слова), предоставляют драматургу возможность поставить не трагическую точку, но драматическое многоточие. Коляда, используя базовые ценностные единицы сентиментализма — ценность категории Другого, исповедальность и сострадание — стремится к счастливому разрешению конфликтообразующих противоречий и иногда добивается практически невозможного: временного облегчения субстанционального бремени, ложащегося на человека. Тяготение драматургии Коляды к счастливому разрешению экзистенциальной конфликтности (на уровне одного момента жизни частного героя) вновь возвращает ее, уже на новом витке художественного развития, к эстетике сентименталистского театра, выработавше-

го структуру жанра драмы именно на совмещении элементов трагедии (в частности в изображении неподдельного в своей глубине страдания) и комедии (в частности счастливого финала).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вербицкая Г. Я. Отечественная драматургия 70–90-х годов XX века в контексте чеховской поэтики: дис. ... канд. искусствоведения. М., 2008, 173 с.
2. Коляда Н. В. Вор [Электронный ресурс]. URL: http://kolyada.ur.ru/vor/ (Дата обращения: 18. 10. 2012).
3. Коляда Н. В. Венский стул [Электронный ресурс]. URL: http://biblioteka.teatr-obraz.ru/node/2647 (Дата обращения: 20. 10. 2012).
4. Коляда Н. В. Черепаха Маня [Электронный ресурс]. URL: http://biblioteka.teatr-obraz.ru/node/2647 (Дата обращения: 18. 10. 2012).
5. Коляда Н. В. Сказка о мертвой царевне [Электронный ресурс]. URL: http://kolyada.ur.ru/mertv_tzarevna/ (Дата обращения: 14. 07. 2012).
6. Лазарева Е. Ю. Особенности художественного мира Н. Коляды в контексте исканий драматургии 1980–1990–х годов: автореф. дис. ... канд. филол. наук. М., 2010. 21 с.
7. Лазарева Е. Ю. Элементы театра абсурда в драматургии Н. Коляды // Вестник ВГУ. Серия: Филология. Журналистика, 2010. С. 63–66.
8. Лейдерман Н. Л., Липовецкий М. Н. Современная русская литература: 1950–1990-е гг.: учебное пособие для вузов: в 2 т. Т. 2. М.: Изд-во «Академия», 2002.
9. Муратова Н. «Я — Чехов... нет, не то»: к вопросу о самоидентификации автора в современной драматургии [Электронный ресурс]. URL: (Творчество Н. Коляды) http://raspopin.den-za-dnem.ru/files/0810041223103419.doc (Дата обращения: 25. 06. 2012).
10. Наумова О. С. Формы выражения авторского сознания в драматургии конца XX — начала XXI века (на примере творчества Н. Коляды и Е. Гришковца): дис. ... канд. филол. наук. Самара, 2009. 200 с.

ОБ АВТОРЕ

Дубровина Ирина Валерьевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кафедра истории отечественной и мировой литературы, аспирант.
88888888_87@mail.ru,

Dubrovina Irina Valeryevna, postgraduate student, the Chair of Russian History and world literature, North-Caucasian Federal University.

УДК 341.64

С. А. Иванов [S. A. Ivanov]

АНАЛОГИЯ УГОЛОВНОГО ЗАКОНА КАК СПОСОБ ПРЕОДОЛЕНИЯ ЕГО КОРРУПЦИОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Analogy of criminal law as a method of overcoming of its corruptiongenic factors

В статье рассматривается применение аналогии уголовного закона как способ исключения судейского усмотрения при регулировании важнейших уголовно-правовых вопросов, не связанных с возникновением или прекращением уголовно-правовых отношений.

In the present work we discuss the use of criminal law analogy as a method of exclusion of the judicial discretion in the regulation of the most impotent criminal matters not connected with appearance or cessation of legal relationships.

Ключевые слова: уголовный закон, коррупциогенные факторы уголовного законодательства, аналогия уголовного закона, уголовно-правовой пробел.

Key words: criminal law, corruptiongenic factors of criminal legislation, analogy of criminal law, criminal gap.

Как известно, в ч. 2 ст. 3 УК РФ содержится запрет на применение уголовного закона по аналогии. В настоящее время это положение уголовного законодательства справедливо считается главным гарантом соблюдения принципа законности. Оно в немалой мере способствует его обеспечению и реализации в ходе практической деятельности. И поэтому в учебной литературе отмечается, что «жесткий запрет на применение УК РФ по аналогии является основным правоприменительным аспектом принципа законности» (1, с. 15). Однако, как ни парадоксально это звучит, но именно на практике реализация данного требования уголовного закона крайне затруднена и этому обстоятельству есть ряд объективных причин.

Прежде чем перейти к рассмотрению того, почему запрет на аналогию уголовного закона очень трудно соблюдать субъектам правоприменительной деятельности, необходимо несколько слов сказать о самой аналогии уголовного закона. Термин «аналогия» произошел от греческого слова ναλογα, что означает сходство, подобие, соответствие. В связи с этим аналогия уголовного закона означает применение сходной, близкой по смыслу уголовно-правовой нормы к тем вопросам, которые ею прямо не предусмотрены. Аналогия уголовного закона не всегда была запрещена в отечественном уголовном законодательстве. Мало того, в ст. 16 УК РСФСР 1926 г. имелось даже нормативное определение аналогии уголовного закона, так как там было сказано, что «если то или иное общественно опасное действие прямо не предусмотрено настоящим Кодексом, то основание и пределы ответственности за него определяются применительно к тем статьям Кодекса,

которые предусматривают наиболее сходные по роду преступления». Но начиная с середины прошлого века, а точнее со ст. 7 Основ уголовного законодательства Союза ССР и союзных республик 1958 г., был установлен однозначный запрет на применение уголовного закона по аналогии. Долгое время отношение к аналогии уголовного закона, как в научной среде, так и у правоприменителей, было только сугубо отрицательное. В ней в основном усматривали данную законодателем в руки правоприменителя возможность нарушения прав граждан. И лишь в последнее время наметилась определенная тенденция к отказу от рассмотрения аналогии уголовного закона исключительно как негативного момента практической деятельности.

Соглашаясь в целом с тем, что запрет на аналогию уголовного закона является *оправданным* и иное решение этого вопроса создало бы реальную угрозу осуществлению прав и свобод граждан, а также породило мощнейший коррупционный фактор, хочется сказать следующее. Отрицательный взгляд на возможность существования аналогии уголовного закона объясняется тем, что её применение связывают только с *решением наиболее важных, краеугольных* уголовно-правовых вопросов, а именно: привлечение к уголовной ответственности, освобождение от уголовной ответственности и наказания и т. д. В этих случаях, конечно, аналогия уголовного закона недопустима. Нельзя привлекать человека к уголовной ответственности только за то, что совершенное им деяние по своим признакам схоже с каким-либо составом преступления. Это приведет к тому, что практически любого человека за то или иное его деяние можно привлечь к уголовной ответственности. Он становится совершенно беззащитным и бесправным перед лицом правоохранительных органов. Не следует также допускать и того, чтобы по аналогии уголовного закона лицо могло быть освобождено от уголовной ответственности и наказания. В таком случае у лиц, виновных в совершении преступления, появится реальная «лазейка» незаслуженно избежать уголовной ответственности и наказания, а это в свою очередь негативно скажется на реализации предупредительной и охранительной функций уголовного закона. Но *полное исключение аналогии уголовного закона не только невозможно, но и крайне вредно скажется на эффективности действия уголовного закона*. Это обусловлено тем, что в одном нормативно-правовом акте, каким является УК РФ, нельзя предусмотреть решение всех уголовно-правовых вопросов, какие могут возникнуть на практике. Практическая деятельность неизбежно и постоянно выявляет новые пробелы в уголовном законодательстве. Следовательно, прав В. В. Мальцев, когда утверждает, что «наличие в уголовном законодательстве пробелов, обусловленных преимущественно его конструктивно-юридическими недостатками, реальная потребность при разрешении уголовных дел в их немедленном восполнении, осуществляющаяся, прежде всего, за счет норм, выражающих системные свойства уголовного права, не позволяют считать достаточными социально-юридические основания полного отказа от аналогии при применении уголовного закона» (2).

Как показывает практика, пробелы уголовного законодательства не единственное основание применения уголовного закона по аналогии. Аналогия вполне возможна и в ходе толкования некоторых понятий и терминов, содержащихся в УК РФ, особенно тех, которые носят оценочный характер. Это в значительной мере облегчает деятельность правоприменителя по уяснению их содержания, а значит, и по установлению этих терминов и понятий применительно к фактическим обстоятельствам содеянного. При этом не следует думать, что толкование уголовного закона и его применение — разные явления. Они представляют собой единый и непрерывный процесс, где толкование уголовного закона является *одной из обязательных стадий* применения уголовно-правовых норм. А. В. Наумов по этому поводу пишет, что «толкование любого нормативного акта, в том числе и уголовного закона, есть уяснение и раскрытие воли законодателя, выраженной в тексте закона. Нельзя применить закон, не уяснив его содержание, его назначение, цель, которую преследовал законодатель» (3). Таким образом, сходное толкование одних и тех же или близких по смыслу терминов и понятий, содержащихся в разных статьях УК РФ, можно рассматривать как элемент аналогии в применении уголовного закона. Возможно, что при таком подходе эффективность правоприменительной деятельности только повысится. Если, конечно, не брать те случаи, когда будет происходить «механическое» перенесение смысла с понятий и терминов, закрепленных в одних статьях УК РФ, на однородные понятия и термины, содержащиеся в других статьях УК РФ без учета юридической сущности и специфики регламентируемых ими вопросов.

Возьмем, к примеру, понятие должностного лица. Оно закреплено в примечании 1 к ст. 285 УК РФ и распространяется только на статьи главы 30 УК РФ. Однако понятие должностного лица встречается, в частности, и в ст. 169 УК РФ. При этом его смысл в примечании к ст. 169 УК РФ не разъясняется. Каких лиц следует относить к должностным лицам по этой статье неясно. Поэтому что будет плохого в том, чтобы понятие должностного лица, содержащееся в примечании к ст. 285 УК РФ, распространить и на случаи, подпадающие под действие ст. 169 УК РФ. Ничего, кроме точности и определенности в терминологию ст. 169 УК РФ это не внесет. По такому пути, кстати, идет судебная практика. В ряде постановлений Пленума Верховного Суда есть указания, которые распространяют понятие должностного лица, закрепленное в примечании к ст. 285 УК РФ, на другие составы преступления. Например, в п. 27 Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 26 апреля 2007 г. № 14 «О практике рассмотрения судами уголовных дел о нарушении авторских, смежных, изобретательских и патентных прав, а также о незаконном использовании товарного знака» сказано, что «По пункту “г” ч. 3 ст. 146 УК РФ подлежит уголовной ответственности лицо, использующее для совершения преступления служебное положение. Им может быть как должностное лицо, обладающее признаками, предусмотренными примечанием 1 к ст. 285 УК РФ, так и государственный или муниципальный

служащий, не являющийся должностным лицом, а также иное лицо, отвечающее требованиям, предусмотренным примечанием 1 к статье 201 УК РФ».

Иногда аналогию уголовного закона необоснованно смешивают с судебным прецедентом. Одним из таких ученых является А. В. Шнитенков, который отмечает, что «нельзя полностью исключить аналогию при определении судом вида и размера наказания осужденному за совершенное преступление, поскольку в таком случае суд учитывает в том числе и наказания, назначенные за схожие преступления другим осужденным» (4). Ясно, что подобные случаи не имеют никакого отношения к применению уголовного закона по аналогии. Уголовный закон содержит лишь общие требования к назначению наказания в тех или иных ситуациях, но нигде не прописывает, какое именно наказание должно быть назначено виновному. Конкретный вид и размер наказания за совершенное преступление определяется исходя из правосознания судьи. Тот случай, который приводит А. В. Шнитенков в своей статье, является чистым проявлением судебного прецедента, который хоть и негласно, но существует в практической деятельности. Судья, определяя наказание виновному, учитывает опыт других судей, которые ранее уже назначали наказания за сходные с юридической точки зрения и по фактическим обстоятельствам преступные деяния.

От применения уголовного закона по аналогии следует отличать и применение по аналогии решений высшей судебной инстанции. Именно аналогичное применение решений Верховного Суда РФ относительно квалификации содеянного позволяет единообразно применять положения уголовного закона в соответствии со ст. 71 Конституции РФ (1, с. 16). Более того, в ряде решений Верховного Суда РФ имеется прямое указание на необходимость применения положений действующих решений последнего, что стало традицией ещё в советский период (5).

Несмотря на то обстоятельство, что аналогия уголовного закона не имеет ничего общего ни с судебным прецедентом, ни с аналогией решений высшей судебной инстанции, *она имманентно присуща правоприменительной деятельности*. И здесь не имеет никакого значения то, что аналогия уголовного закона находится под запретом. Как отмечает А. В. Наумов: «Отрицание аналогии не только в Особенной, но и в Общей части уголовного права склоняет некоторых исследователей к выводу о том, что возможность существования пробелов в уголовном праве исключается при развитой системе законодательства (6, с. 144)». Но «Любой нормативный акт как проявление человеческой деятельности может в отдельных случаях содержать недочеты и упущения. Общественные отношения непрерывно изменяются и развиваются, и обнаружение тех или иных пробелов в праве есть не что иное, как следствие развития жизни» (6, с. 145). Таким образом, необходимость восполнения пробелов, идентичное толкование сходных признаков и понятий, содержащихся в разных статьях УК РФ, постоянно вызывают аналогию уголовного закона к жизни в ходе правоприменительной деятельности.

Запрет на аналогию уголовного закон важен только в той части, в какой государство в лице правоприменительных органов не может расширять на её основе поле уголовно-правового воздействия на те общественные отношения, которые прямо не охраняются и не регулируются уголовным законом, и освобождать эти отношения из-под него. То есть с того момента, как лицо вступило в активную фазу уголовно-правовых отношений (совершения им преступления или привлечения к уголовной ответственности) и до момента выхода из неё (освобождения от уголовной ответственности или наказания, снятия или погашения судимости), аналогия уголовного закона в отношение его может иметь место. Видимо, по этой причине А.В. Шнитенков указывает, что «аналогию запрещается применять только при определении преступности деяний, что и необходимо более четко указать в ч. 2 ст. 3 УК РФ» (4).

Не правы Ю.Е. Пудовочкин и С.С. Пирвагидов, когда говорят, что «невозможно, допустив аналогию в одном, поставить перед ней заслон в другом. Вопрос должен быть решен однозначно: есть аналогия в уголовном праве или нет. Закон дал на него совершенно верный ответ. Аналогия в уголовном праве недопустима, и никакие потребности практики в быстром разрешении уголовных дел не могут оправдать применение аналогичных положений к неспецифическим ситуациям. Объективно существующие пробелы в уголовно-правовом регулировании должны быть восполнены только самим законодателем, задача же практики состоит в том, чтобы выявить эти пробелы и указать на них» (7). С тем, что устранение пробелов первоочередная задача законодателя, трудно не согласиться. Ну а до этого момента что делать? Внесение изменений и дополнений в УК РФ занимает довольно длительный период и специфика практической деятельности не всегда позволяет ждать соответствующих корректировок уголовного законодательства. Как в таком случае определять юридическую судьбу виновного лица? Неужели лучше оставить решение всех подобных вопросов на усмотрение правоприменителя или необходимо каждый раз при обнаружении пробела прекращать уголовное дело, которое было возбуждено в полном соответствии с законом. При сегодняшнем уровне коррупции в судебных и правоохранительных органах это приведет к резкому повышению уровня коррупционной составляющей при рассмотрении и разрешении уголовных дел. Гораздо правильнее было бы допустить аналогию уголовного закона при соблюдении, конечно, следующих правил:

1) применение уголовного закона по аналогии не должно ухудшать положение лица по сравнению с тем, в котором он находился до такого акта правоприменения;
2) привлечение к уголовной ответственности, освобождение от уголовной ответственности и наказания ни в коем случае не должно осуществляться на основании применения уголовного закона по аналогии;

3) аналогия уголовного закона должны быть направлена на ограничение, а не на расширение пределов правоприменительного усмотрения;
4) аналогия уголовного закона не должна нарушать прав подозреваемого, обвиняемого или осужденного лица;
5) официальной ссылки в процессуальном акте на применение уголовного закона по аналогии не требуется, она вполне может принять характер «негласной» правоприменительной практики.

Если все эти требования соблюсти, то аналогия уголовного закона способна из фактора, способствующего произволу, беззаконию и коррупциогенности уголовного закона, превратиться в способ, направленный на преодоление указанных отрицательных моментов и повышающий эффективность практической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Уголовное право России.** Практический курс: учебник / под общ. и науч. ред. А.В. Наумова, Р.А. Адельханяна и др. 4-е изд., перераб и доп. М.: Волтерс Клувер, 2010. С. 15;
2. **Мальцев В.В.** Принципы уголовного права и их реализации в правоприменительной деятельности. СПб.: Юридический центр «Пресс», 2004. С. 244.
3. **Наумов А.В.** Применение уголовно-правовых норм: учебное пособие. Волгоград, 1973. С. 128.
4. **Шнитенков А.В.** Принцип аналогии в УК РФ // Системность в уголовном праве. Материалы II Российского конгресса уголовного права. 31 мая — 1 июня 2007 г. М., 2007. С. 539.
5. **Постановление №1276п99пр** по делу В. См.: Обзор судебной практики Верховного Суда РФ за IV квартал 1999 г. по уголовным делам // БВС РФ 2000. №7. С. 13.
6. **Наумов А.В.** Применение уголовно-правовых норм: учебное пособие. Волгоград, 1973. С. 144.
7. **Пудовочкин Ю.Е. Пирвагидов С.С.** Понятие, принципы и источники уголовного права: сравнительно-правовой анализ законодательства России и стран СНГ. СПб.: Юридический центр «Пресс», 2003. С. 98.

ОБ АВТОРЕ

Иванов Сергей Анатольевич, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат юридических наук, доцент кафедры уголовного права и процесса. null_000@mail.ru.

Ivanov Sergey Anatol'evich, North-Caucasian Federal University, Department of Criminal Law and Process, candidate of jurisprudence, associate professor. null_000@mail.ru.

УДК 30. 32. 930.1

Н. П. Медведев [N. P. Medvedev]

ИСТОРИЧЕСКАЯ НАУКА И ПОЛИТОЛОГИЯ: К ВОПРОСУ ОБ ОСНОВАНИЯХ СИНТЕЗА

The Science of History and Political Science: the Issue of the Grounds for the Synthesis

В статье ставится вопрос о необходимости совершенствования теоретических оснований исторических и политологических исследований, доказывается, что средством для этого может стать разработка методологи и оснований их синтеза.

The article raises the question of the necessity of improving the theoretical basis of the historical and political studies, we show that the remedy for this could be the development of a methodological basis for their synthesis.

Ключевые слова: история, политология, анализ, синтез, интеграция, дифференциация, культура, цивилизация.
Key words: history, political science, analysis, synthesis, integration, of differentiation, culture, civilization.

На протяжении многих столетий человеческой истории социальная практика была разделена на конкретные сферы. Соответственно и в её научном познании господствовали анализ и дифференциация. Разделение труда в научном познании было оправдано тем, что, как писал Козьма Прутков, нельзя объять необъятное. Исторически познание начинается с анализа и дифференциации как способов разложения целого на составные части в целях более конкретного его познания. Такой подход был вполне оправдан в условиях освоения природной и социальной реальности на начальном этапе развития научного познания. Социальная практика была способна осваивать и применять лишь те фрагменты знания, которые могли быть востребованы при достижении конкретных целей, относящихся к интересам тех или иных исторических субъектов.

Необходимость же интеграции и синтеза стала осознаваться лишь после теоретического «открытия» диалектики как метода познания и преобразования мира, открытия, совершённого преимущественно в философии Г. В. Ф. Гегеля и К. Маркса, а практически такой подход стал востребован в условиях и в результате научно-технической революции XX века, когда общество уже на практике столкнулось с необходимостью обращения к синтезу и интеграции в научном познании и, прежде всего, в области социогуманитарного знания.

Новый импульс этому процессу придаёт сегодняшняя социальная и политическая реальность, которая ставит перед наукой новые цели и задачи, обнаруживает качественно новые проблемы. Это такие проблемы, как ограничение технологического роста, оптимизация потребительской сферы, пре-

одоление социального неравенства на всех уровнях и др. То есть это такие проблемы, которые требуют для своего решения именно интеграции знаний самого разного содержания и уровня, то есть междисциплинарного синтеза.

Речь идёт о необходимости отхода от абстрактного рассмотрения отдельных сторон социально-политической реальности в пользу движения к конкретному их единству, обусловленному целостностью и нерасчленённостью самой этой реальности.

Применительно к историческому и политологическому знанию такая необходимость проявилась прежде всего в том, что сама история всё больше наполняется политическим содержанием, становится политической историей, историей политики.

Такой поворот в содержании исторического знания явился олицетворением закономерной эволюции духовной жизни. Если исходить из факта традиционного различения основных форм общественного сознания, таких как мифология, религия, философия, мораль, искусство, наука, право, политика, то можно заметить определённую последовательность исторической смены культурно-духовной доминанты. В ходе истории возникали, проходили разные стадии развития, и преодолевались, оставаясь в прошлом, многообразные культурные феномены.

Сохраняясь и эволюционируя на протяжении всей истории, все эти формы в каждую эпоху занимали определённое место, оказывая различное влияние на общую духовную жизнь общества. При этом, подчиняясь неизъяснимой логике, в каждую историческую эпоху на первое место выходила то одна, то другая форма духовности, происходила смена духовной доминанты. Сами эпохи в значительной степени «окрашивались» в цвета той или иной формы духовности, сочетая иногда сразу несколько таких форм. Так было, например, в эпоху греко-римской античности, когда господствовали одновременно и мифология, и философия, и искусство. Эти три формы создавали неповторимый облик античности, определяя в решающей степени нравственное и религиозное сознание, политические и правовые отношения.

Средневековье, Возрождение характеризуются более чётко выраженными доминантами, соответственно религией и искусством. Новое время — наукой. С этих пор постепенно выходит на доминирующие позиции социогуманитарное знание в виде социологии и политологии в их теоретическом и практическом аспектах. Сегодня политика всё более становится доминирующим видом человеческой деятельности, буквально пронизывает все формы духовного постижения и практического освоения мира. Даже в содержании таких категорий, как истина, справедливость, прекрасное и безобразное, сегодня заметное место занимает их политическая составляющая.

Что касается исторической науки, то она образует специфический фон, на котором рельефно высвечиваются изменения, происходящие во всех этих формах духовной жизни. Поэтому прояснение основоположений истории и политологии, их взаимопроникновения является задачей, актуальной и в теоретическом и в практическом отношениях.

Актуальность этой проблемы подтверждается усилением политической конфронтации между различными социальными, экономическими, этническими, конфессиональными группами и общностями, глубинным переплетением мотиваций политической активности различных социальных групп, а также общим снижением уровня безопасности во всех сферах и на всех уровнях социальной организации.

Действительно, акцентирование внимания политиков на вопросах узко понимаемых национальных, конфессиональных, групповых интересов в ущерб интересам общечеловеческого, цивилизационного характера реально препятствует консолидации, необходимой для решения всё более обостряющихся глобальных проблем современности, порождает эксцессы противостояния между государствами, континентами, цивилизациями.

В этой связи продуктивным выглядит обращение к вопросам соотношения культуры, цивилизации, истории и политики, к проблеме синтеза исторического и политологического дискурсов в исследовании тенденций и закономерностей развития мирового сообщества.

Особенно продуктивным является взгляд на проблему междисциплинарного синтеза через призму культуры и цивилизации, позволяющий раскрыть некоторые важные аспекты методологии истории и политологии, относящиеся к реализации интегративного потенциала научного познания. Как представляется, именно в этом направлении движется мысль В. С. Найпола, высказанная им во время выступлении в Нью-Йоркском манхеттэнском институте. Эта мысль состоит в признании необходимости осознавать два аспекта цивилизации: этно-национальный и универсальный, а также трудности достижения успеха для представителя творческих профессий вне среды, обладающей развитой универсальной составляющей цивилизации (1).

Здесь следует заметить, что идея универсальной цивилизации — это лишь ещё одно прочтение концепции глобального (планетарного) эволюционизма, обоснованной в трудах В. И. Вернадского, Н. Н. Моисеева и других авторов. Концепция ноосферного мышления, разработанная этими учёными, предполагает прежде всего необходимость преодоления того стереотипа, который строится на узком, субъективистском понимании истины, на прагматическом понимании пользы как непосредственной выгоды, на непонимании или нежелании видеть того, что узко понимаемая польза — это на самом деле главная угроза безопасности, существовавшая на протяжении всей истории. Устремлённость к выгоде — это та роковая реальность, которая принципиально непреодолима в рамках традиционного мышления, подчиняющего разум примитивно понимаемой пользе.

Эта роковая реальность получила своё подтверждение в судьбе известной попытки прервать стихийный процесс разрушения общецивилизационного развития, предпринятой в 1992 году Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, прошедшей в 1992 году в Рио-де-Жанейро (Бразилия). В принятом на этой конференции документе «Концепция устойчивого

развития как Повестка дня на XXI век» фиксируется обострение социальных, экономических и экологических проблем на нашей планете, обозначается требующийся уровень современного научно-технического познания, учитывающий идеи глобального эволюционизма и социальной синергетики, необходимость взаимодействия различных наук, изучающих человека, общество, природу. Концепция стала попыткой соединения целого ряда философских, социологических, естественнонаучных и математических теорий.

В соответствии с Концепцией, главной предпосылкой выживания человечества сегодня является гармонизация социально-экономического и экологического развития. Обеспечение такого развития предполагает стабильность в социальной и политической сферах жизни общества, которая возможна при условии соблюдения прав человека, принципов и норм демократии. Исходя из этого, можно сказать, что переход к устойчивому развитию требует радикального изменения материальной и духовной культуры цивилизации, замены традиционных ценностных установок новыми, поскольку в рамках прежней модели развития, сопровождаемого кризисами, катастрофами, угрозой омницида (гибели всего живого), сохранение цивилизации становится всё более проблематичным.

В качестве первого шага в деле перехода к устойчивому развитию Концепция обозначила разработку и принятие на национальном уровне соответствующих государственных концепций, планов, программ, стратегий. Однако, как показывает практика, принимаемые по рекомендации Конференции государственные стратегии (концепции) перехода к устойчивому развитию оказываются большей частью декларативными, не содержат реальных решений, направленных на преодоление старых подходов, упираются в отсутствие согласия международного сообщества даже в решении каких-то узких вопросов, стоящих перед современной цивилизацией.

По большей части препятствия для достижения такого согласия коренятся в социально-политической сфере, связаны именно с политической расколотостью мира, с нежеланием многих стран поступиться какими-то своими интересами в пользу общецивилизационных. Поэтому по-прежнему в политической практике господствует конфронтационное мышление, преобладают гегемонистские амбиции и геополитическое противостояние, продолжается политика экономического и военного доминирования со стороны наиболее развитых стран, господствуют негативные стереотипы восприятия цивилизационных особенностей между странами, народами и даже континентами. Мы видим, как сегодня проявляются стереотипы конфронтации между Западом и Востоком даже на уровне Совета Безопасности ООН, когда вопрос касается оценки ситуаций, возникающих на территории тех или иных государств или когда приходят в столкновение интересы государств — членов Совета Безопасности. Международная политика остаётся насквозь конфронтационной, нормы международного права терпят фиаско в столкновении с интересами стран, использующих свой экономический и политический потенциал в своих эгоистических целях. Этому нисколько не

мешает то обстоятельство, что в конце XX века в мире произошли существенные изменения, вызванные распадом СССР и исчезновением социалистического лагеря.

Произошедшие изменения в отношениях между бывшими противниками коснулись в основном, идеологических аспектов противостояния. Ушло в прошлое противостояние коммунистической и буржуазной идеологии, но зато обнажились и вышли на первое место геополитические противоречия, сохранились геополитические факторы цивилизационного раскола. Фактически сохранилось и разделение на два планетарных центра силы, олицетворяемых США и Россией, которая по-прежнему отождествляется Западом с Советским Союзом, вызывает те же опасения и чувства, которые испытывали США по отношению к СССР ещё совсем в недалёком прошлом.

В условиях возрастающего значения геополитического противостояния дипломатические усилия западных стран направлены не только на создание финансово-экономических структур, но и на интенсификацию гегемонистских устремлений, на обеспечение военного доминирования Запада в современном мире. Наиболее эффективным инструментом обеспечения западного доминирования, проведения прозападной политики является сегодня военный блок НАТО, не только сохранивший, но и значительно усиливший своё влияние в мире после исчезновения организации Варшавского Договора — военного союза государств социалистического лагеря.

В современных условиях западная модель международных отношений строится на принципе разделения всех стран мира на категории в зависимости от уровня экономического развития, характера политического устройства, геополитической ориентации, близости-удалённости текущих интересов и стратегических целей со странами Запада. Данное разделение, призванное оправдать существование военного союза НАТО, в то же время является «ахиллесовой пятой» атлантизма, поскольку как бы ставит «наиболее благоприятствующие страны» в отношение антагонизма к «странам-изгоям» и тем странам, которые попросту не желают мириться со своей второстепенной ролью. Тем самым нарушаются важнейшие условия перехода к устойчивому развитию — обеспечение стабильности в социальной и политической сферах жизни общества, принцип справедливости и равноправия в отношениях между странами и народами.

Достижение отношений, основанных на равенстве и справедливости, возможно лишь при условии использования в политике принципов научного познания и оценки, то есть путём распространения высокой когнитивной и аксиологической культуры, и связано, прежде всего, со становлением объективной исторической и политической науки. Можно сказать, что сегодня это самая фундаментальная и насущная задача общественно-политического знания, от решения которой зависит в значительной степени уровень и состояние общественного сознания во всех его проявлениях, включая философию, науку, искусство, мораль, религию, право.

Исследование современного исторического процесса нуждается в выявлении тенденций и закономерностей этого процесса, в объяснении сущности происходящих событий, в их научной оценке с позиций безопасного и устойчивого развития общества. Такое объяснение и такая оценка не могут быть достигнуты на основе произвольного толкования истории или же ангажированной политологии.

Речь идёт о необходимости движения к объективности этих двух наук — истории и политологии — к поиску путей их превращения в инструмент оздоровления общественных отношений. История должна помимо всего прочего учить тому, как не делать, а тем более не повторять ошибок, политология — тому, как надо сегодня строить эти отношения. Раскрытие единства этих двух задач, как и путей синтеза этих двух наук, является насущной задачей социогуманитарного знания.

Вопрос о синтезе истории и политологии, раскрытие их глубинной связи, которая интуитивно ощущается каждым исследователем исторического процесса, требует своего рассмотрения на самом высоком уровне методологии науки. Такое их рассмотрение должно строиться на основе по крайней мере двух принципов диалектического познания: принципе историзма и принципе конкретности. При этом принцип историзма отражает существование в науке её исторического аспекта, в котором раскрывается магистральный путь развития научного познания в его целом. Принцип же конкретности ориентирует на раскрытие всего многообразия реального содержания науки, получающего выражение в конкретных науках.

Особое значение для самосознания (саморефлексии) науки имеет решение вопроса о единстве оснований исторической науки и политологии. Подобная задача нуждается для своего решения в серьёзных усилиях со стороны представителей не менее трёх областей научного познания: всеобщей истории, философии и методологии науки (метауровня науковедения) и политологии.

С позиций этих наук и на основе разрабатываемых ими подходов в первую очередь следует разобраться с такими общими вопросами как источники, движущие силы, смысл и направленность истории. Именно над этими вопросами бьётся философская мысль на протяжении последних двух с лишком столетий, начиная с философии истории просветителей XVIII века и кончая историческим материализмом К. Маркса, с одной стороны, и иррационалистической философией истории — с другой. Однако эти вопросы не являются сугубо и исключительно философскими. Характерная для традиционной философии чрезмерная абстрактность методологии не позволила получить реальных решений, относящихся к социальной практике.

С другой стороны, разделённость, слабая взаимосвязь методологии исторической науки, науковедения и политологии также отрицательно сказались на получении практически значимых результатов. Сработали последствия автономизации этих наук, их изолированности друг от друга, а также нерешённость вопросов их синтеза, от которого во многом зависят

пути развития и науки и практики как на современном этапе, так и в будущем. Поэтому речь должна идти, по существу, о достижении синтеза между теорией на всех её уровнях, включая самый высокий — уровень методологии науки (метатеории), и практикой (в нашем случае — политической практикой).

В зависимости от того, как будет решаться этот вопрос, будут происходить изменения во взаимоотношениях между наукой и социальной практикой в самом широком плане, откроется путь для рационализации политических процессов в современном мире. Как представляется, главное внимание помимо вопросов методологии познания должно уделяться тому, как ставилась и решалась проблема взаимосвязи истории и политологии в прошлом и как она может решаться в будущем. При этом мы исходим из следующих положений, касающихся проблемы источников, движущих сил, смысла и направленности истории.

Во-первых, при решении указанных вопросов следует исходить из того, что сами эти вопросы неразрывно связаны друг с другом и ответ, хотя бы на один из них, автоматически ведёт к соответствующему решению двух других.

Во-вторых, при рассмотрении этих вопросов следует исходить из внутренней логики их взаимосвязи и определённой последовательности их анализа. Как представляется, такая последовательность должна вытекать из самой диалектики познания, в соответствии с которой требуется начинать с источников развития, а затем переходить к вопросам о механизмах исторических изменений и лишь затем — к вопросу о смысле и целях истории.

В-третьих, рассмотрение каждого вопроса следует завершать обращением к конкретной действительности, к практике, которая одна может рассматриваться как источник развития, как цель познания и как критерий истинности знаний (в нашем случае — это реальная политика). Именно политика может рассматриваться как мерило истинности (правильности выбора) ответов на вопросы об источниках, движущих силах, смысле и направленности истории. Именно в политике проверяется то, насколько принимаемые политиками решения являются исторически оправданными, отражают или выражают объективные тенденции развития.

Соединение исторического и политологического дискурсов в анализе и оценке политических решений и событий может быть достигнуто путём движения от общих положений теории познания к рассмотрению политической реальности, которая приобретает особые черты на каждом этапе исторического развития, выступая в форме реального политического процесса.

Основным для рассмотрения нашей проблемы является вопрос о смысле и направленности человеческой истории, то есть об её сущностной стороне. По-видимому, это вопрос о том, как может быть объяснена история в её реальности, именно как поток сменяющихся событий.

Первой плодотворной попыткой раскрыть сущность истории явилась философия Г. В. Ф. Гегеля. Как заметил В. Ф. Асмус, «общечеловеческое

значение Гегеля... в том, что он был гениальнейший историк и конкретный диалектик» (2, с. 142). Если абстрагироваться от спекулятивного духа системы гегелевской философии, отвлечься от мистификации исторического процесса, выраженной в формуле «Всё действительное — разумно, всё разумное — действительно»[1], то в положительном «осадке» остаётся диалектика как способ развития действительности и её познания.

История у Гегеля предстаёт как непрекращающееся развитие, как реальность, имеющая в самой себе источник развития в виде противоречия, механизм развития в виде перехода количественных изменений в качественные, и вектор развития, который вытекает из отрицания старого новым и цепи последующих отрицаний. Величайшая заслуга Гегеля, продолжает В. Ф. Асмус, в открытии, что всякая действительность есть действительность историческая и что сущность её может быть постигнута только посредством изучения её истории и развития (2, с. 125). Объективное содержание философии, по Гегелю, есть действительность, с которой она должна согласовываться, и это согласие «есть пробный камень истины всякой философской системы» (3, с. 139). Говоря современным языком, критерием истины у Гегеля выступает не абстрактная логика, а сама действительность, выраженная в праве, нравственности и государстве. Здесь мы должны отметить, что фактически Гегель признаёт значение политической практики в познании действительности. Обращение Гегеля к реальной действительности в виде права, нравственности и государства, в которых, по Гегелю, и получает выражение прогресс свободы, взятый в его исторической необходимости, есть, по существу, попытка решить вопрос об истине с позиций диалектики.

После Гегеля оставалось сделать один важный шаг в направлении к политической реальности, обнаружившей себя в середине XIX века, когда, кстати, и возникает социология как наука об обществе во всех его проявлениях. И этот шаг был сделан К. Марксом и Ф. Энгельсом в их социологическом и экономическом анализе современного капитализма.

Таким образом, можно согласиться с В. Ф. Асмусом в том, что философия развития Гегеля есть первая гениальная, хотя замаскированная (под идеализм. — Н. М.) в своих основах попытка научного изображения исторического процесса в его закономерности и необходимости (4, с. 128).

Сделанный К. Марксом и Ф. Энгельсом шаг в раскрытии сущности истории состоял в том, что они сконцентрировали внимание на одном важном моменте, а именно на роли человека как субъекта истории и её познания, сняли с процесса развития остатки мистического покрова, который пытался ещё сохранить Гегель в силу своей социально-политической установки, в соответствии с которой и развитие общества, и его познание получает своё завершение в прусской монархии XVIII века и в самой гегелевской фи-

1 В соответствии со своей системой абсолютного идеализма Гегель фактически исходит из предсуществования некоего закона, выраженного в форме абсолютной идеи, абсолютного духа, саморазвитие которого и предопределяет реальную историю.

лософии. К. Маркс и Ф. Энгельс сделали этот шаг через обращение к человеческой практике, которую они понимали как объяснительный принцип и действующее начало в историческом процессе, способ реализации исторического творчества масс, как источник и цель познания, главный критерий истинности человеческих знаний о мире.

Такая трактовка человеческой практики позволила раскрыть её действительное взаимоотношение с теорией, с познанием, всесторонне раскрыть их диалектическое единство, представить их связь как реальную основу всей человеческой деятельности, представляющей собой синтез познания субъектом объективной действительности и его преобразовательной практики, включающей ценностное отношение к миру, его оценку.

В человеческой практике реализуется действительное единство духа и природы, материи и сознания, мышления и бытия, преодолевается дуалистическое представление о природе мира, создаётся основа для преодоления мировоззренческого дуализма, односторонней абсолютизации одного из начал, для новой трактовки единства мира, трактовки, не оставляющей места для мистики и идеализма, или же, наоборот, для безграничного волюнтаризма, вытекающего из примитивного, вульгарного материализма. В основе нового мировоззрения, приходящего на смену расколотому мировоззрению, исходящему из противопоставления двух начал, приходит философский реализм, исходящий из синтеза этих двух начал, синтеза, проявляющегося в человеческой практике как единственной реальности, не нуждающейся в своём бытии ни в каких мировоззренческих допущениях, представленных сегодня в форме философского идеализма или материализма.

Маркс ещё не доводит свои философские изыскания до подобных выводов, ограничивается традиционным подходом, который позволяет ему решить задачу преодоления философского идеализма во всех его формах, включая религиозную, но не выходит ещё за рамки стереотипов противопоставления двух направлений в философии, рассматривая практическое преобразование мира на основе лишь положений исторического материализма, материалистического объяснения истории.

Как сегодня можно видеть, материалистическое объяснение истории, так же как и идеалистическое, не смогло обеспечить подлинного единства теории и практики на деле, в реальном историческом процессе. Важнейший принцип исторического материализма об обусловленности общественного сознания общественным бытием представляет собой неопровержимую истину лишь постольку, поскольку реально общество всегда сталкивается с несовершенством общественного бытия, которому соответствует также несовершенное сознание. Данный принцип поэтому остаётся некоей идеальной моделью и не может рассматриваться как основание для вывода о возможности достижения всеобщего равенства и справедливости путём коммунистической революции.

Причиной такой идеализации исторического процесса является укоренившаяся ошибка мышления, которая состоит, как выразился профессор

МГИМО В. Соловей на одном из ток-шоу В. Третьякова «Что делать?»[2], в неадекватном понимании всеми реформаторами и утопистами человеческой природы, в недооценке роли человеческого несовершенства. Сегодня мы видим, что на это человеческое «несовершенство» натолкнулось не только зашедшее в тупик общество реального социализма, но и постсоветское общество с его закреплённым в Конституции РФ правом на неравенство и с его пониманием основанной на неравенстве социальной справедливости.

Субъект и объект человеческих отношений, личность и общество, государство и гражданин, свобода и необходимость (ответственность), разумное и неразумное — все эти противоположности образуют реальные противоречия, которые не могут быть разрешены в принципе, они могут только менять свою интенсивность, остроту. Реальная история есть непрерывный процесс возникновения и разрешения этих противоречий, процесс, в котором решающая роль принадлежит субъекту, личности, гражданину как носителю конструктивного, творческого начала, способному благодаря обладанию сознанием направлять исторический процесс. Поэтому принцип обусловленности сознания бытием должен быть заменен принципом взаимной обусловленности общественного бытия и общественного сознания.

И здесь мы сталкиваемся как раз с политикой как сферой приложения разнообразных устремлений различных субъектов исторического процесса. Большое значение при этом приобретает уровень политической культуры и политического сознания членов общества, степень освоения обществом политических феноменов, уровень развития политической науки (политологии). Здесь получает особое значение соответствие политического знания потребностям исторического развития, исторической науки и политической практики.

В таком их соответствии наверняка также будут присутствовать различные тенденции и противоречия, но здесь уже главную роль будут играть не сами противоречия, а способы их разрешения.

Таким образом, рассмотрение реального исторического процесса в его неразрывной связи с политическими процессами, позволяет более адекватно анализировать прошлое, настоящее и будущее, осознанно и целенаправленно действовать в направлении достижения общества безопасности и устойчивого развития как тех ориентиров, которые могут выступать целями общественного развития на определённую временную перспективу.

Кроме того, подобный синтез позволит политологии обрести действительно гуманистическое содержание, избавиться от ярлыка безнравственности, а истории как науки — обрести собственную фундаментальность, уважение и признание обществом её действительных заслуг, очищение от элементов фальсификации и искажений.

Главный принцип исторической науки — это принцип беспристрастности, предельной объективности, недопущения искажений и фальсифи-

2 http: //WWW. youtube.com /-Ток-шоу В. Третьякова «Что делать?» «С мечтой или без мечты?».

каций исторических фактов. В современных условиях этот принцип связан с деидеологизацией исторической науки. История как наука есть проекция прошлого в будущее и в этом её преломлении история проявляет себя как политическая доктрина, поскольку не может обойтись без оценок прошлого с позиций настоящего и тем самым формирует у современников ориентиры на будущее.

Названный принцип относится и к политологии как науке, изучающей политическую организацию и политическую жизнь общества. В отличие от истории этот принцип касается не только политологического знания, но и самой политики как объекта политологии. Он неразрывно связан и с реализацией политики, и с отражением этой политики в науке, с её оценкой. Этот принцип требует того, чтобы поддерживать такое состояние политических отношений, в которых бы учитывались интересы всех политических субъектов и акторов, а общество в целом находило в политологии ответы на вопросы, возникающие в сфере отношений между обществом и властью (во внутриполитическом аспекте) и между разными государствами и их объединениями (во внешнеполитическом аспекте).

Подобное соотношение принципов истории и политологии должно стать залогом получения и трансляции истинного знания о политическом и историческом процессе, но уже не в отрыве их друг от друга, а в их внутреннем сущностно обусловленном единстве и взаимной верификации. Верифицируемость исторических знаний посредством подстановки политологического подхода, а политологических знаний — посредством исторической ретроспективы должно стать условием междисциплинарного синтеза и интеграции политологии и истории на уровне их методологических оснований.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Найпол В.С.** Наша универсальная цивилизация. Выступление в Нью-Йоркском манхеттэнском институте / пер. с англ. В. Голышева // Иностранная литература. 2007. №12. С. 110–121.
2. **Асмус В.Ф.** Очерки истории диалектики в новой философии // Избранные философские труды. Т. II. М.: Изд-во Московского университета, 1971.

ОБ АВТОРЕ

Медведев Николай Петрович, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор философских наук, профессор.
npmedvedev@inbox.ru.

Medvedev Nikolay Petrovich, North-Caucasian Federal University, Doctor of Philosophical sciences, professor.

УДК 130.2+124.1

А. М. Поморцева [A. M. Pomortseva]

ЦИВИЛИЗАЦИОННЫЙ РАЗЛОМ: ПРОБЛЕМА КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИИ

Civilization break-up: the problem of conceptualization

В статье актуализируются аспекты теоретизации и концептуализации проблемы цивилизационного разлома, анализируются современные подходы к исследованию переходных процессов в развитии цивилизации.

In the present article the aspects of theorization and conceptualization of the problem of civilization break-up are actualized; the modern approaches to the investigation of transitional processes in the civilization development are analyzed.

Ключевые слова: цивилизация, цивилизационный разлом, переходный процесс, цивилизационный разлом в узком смысле, цивилизационный процесс в широком смысле, хаос и порядок.
Key words: civilization, civilization break-up, transitional processes, civilization break-up in the narrow sense, civilization break-up in the wide sense, chaos and order.

Время перемен в истории различных цивилизаций всегда воспринималось и воспринимается по-разному, и оно само парадоксально по сути. Современная ситуация перемен, связанная с появлением нового, зачастую нестабильного в динамике развития общества, имеет удивительно разнообразные названия: «разлом цивилизации», «ориентационный кризис цивилизации», «демократические транзиты», «стадиальные рубежи», «пограничные цивилизации», «исторические сдвиги», «социальный переход» и т. д. Однако чаще, нежели другие категории, в научной литературе используется категория «цивилизационный разлом». Впервые этот научный термин стал широко известен после публикации статьи С. Хантингтона «Столкновение цивилизаций» (7), в которой красной нитью проходил тезис о завершении эпохи идеологического противостояния и наступлении нового этапа, где водораздел будет пролегать по линии культурно-цивилизационных различий.

В самой интеллектуальной истории (если ее применять к анализу истории России) существуют компоненты, которые явно не вписываются в ее содержательный статус и категориальный строй. Далеко не случайно отечественные интеллектуалы методологические особенности российской гуманитарной науки традиционно выводили из специфики ее главного объекта — самой России. Разброс в предметном поле теоретического и обыденного уровней сознания и познания в России сегодня настолько значителен, что это приводит к непониманию друг друга в собственной стране. Наблюдается то, что уже было в нашей истории, когда реформы Петра I раскололи общество и привели к образованию двух различных укладов — «поч-

вы» и «цивилизации» — по терминологии В. Ключевского. «**Почва»** — это уклад, основные черты которого сложились в условиях Московского царства. С ним была связана основная масса населения. «**Цивилизация»** — это уклад западного типа. Его выражала профессиональная интеллигенция и предприниматели, связанные с промышленным производством. Между «почвой» и «цивилизацией» была пропасть. Это отразилось и в лингвистическом разрыве. «**Почва»** говорила на русском языке, «**цивилизация» —** на французском. Эта расколотость России, противостояние двух культур — важнейший фактор, дающий ключ к пониманию метаморфоз познания в ситуации цивилизационных разломов в условиях современной России.

Но каковы бы ни были школы и направления как в философии культуры, так и в самой исторической науке, основным полем, на котором пересекаются интересы всех этих направлений, являются глубинные структуры, «архетипы» нашего понимания.

В динамике цивилизаций невозможно выявить какую-либо строгую, количественно определенную закономерность, периодичность, ритмичность, и в этом состоит сложность для исследователей культуры. Эта динамика полна неожиданных, драматических переворотов, она не укладывается в строгие правила «железных законов» и однонаправленной эволюции. И тем не менее при более глубоком исследовании под этим поверхностным хаосом просматриваются определенные закономерности и тенденции. К их числу относится взаимовлияние в динамике мировых и локальных цивилизаций, периодическая смена поколений которых связана с переходом к новым историческим эпохам. При каждом таком переходе меняется не только число цивилизаций, но характер и формы их функционирования.

Исследование проблемы цивилизационных разломов предполагает рассмотрение и эпистемологического аспекта. В толковом словаре живого русского языка В. Даля читаем: «Разлом (перелом, отлом) — место, где вещь переломлена, поперечное сечение; и качество, вид, образ этой поверхности, излом» (1, с. 1522). Однако: «Надлом — надломанное место. Надломать или надломить, надламливать что, сгибать вещь настолько, чтобы она треснула в сгибе, не отваливаясь; надламывать частицу вовсе, починать, ломать. Надломав, не срастишь, а надломил, так скажи, не таись» (1, с. 1050). «Разлом» в интерпретации В. Даля это и видение внутренних характеристик разломленного. Надломленное же испорченное почти что совсем.

В словаре русского языка слова «разлом» и «надлом» определяются следующим образом: «Разлом — 1) действие по значению глагола разломать — разломить — разламывать; 2) место, по которому разломлено что-либо. Линия разлома; 3) Отсутствие единства, согласия, разлад» (5, с. 345). В то же время «Надлом — 1) действие по значению глагола надломить — надломать — надламывать и надломиться — надламываться. 2) надломанное место, трещина, образованные надламыванием. Надлом в кости. Надлом балки. 3) Резкое ослабление душевных и физических сил в результате какого-либо переживания, потрясения» (5, с. 345).

Цивилизационный разлом — это закономерный, необходимый этап в истории развития любой цивилизации. Можно предложить следующее понимание цивилизационного разлома. **Узкое** — это когда под цивилизационным разломом понимается неизбежная, закономерная фаза в историко-культурном развитии любой цивилизации, это время пребывания цивилизации от окончания одной стадии до начала следующей. Например, используя периодизацию цивилизации Н. Я. Данилевского, цивилизационным разломом будет являться фаза перехода от стадии рождения цивилизации к стадии расцвета. **Широкое** — это фаза (во временном) и граница (в пространственном отношении) взаимодействия между цивилизациями.

Как представляется, именно категория «цивилизационный разлом» наиболее приемлема, на наш взгляд, для изучения фазы перехода в глобальном масштабе из всех существующих на данный момент в науке определений этого рода. Созвучная же категория «цивилизационный надлом» имеет немного иной смысл, и, тем более, эта категория уже давно используется исследователями цивилизаций для обозначения определенного этапа в цивилизационном развитии, а не фазы перехода от одного этапа к другому. Цивилизационный разлом в широком смысле слова — это всегда «внешность», ярко выраженная форма, производная, следствие культурного, религиозного и других возможных противоречий и конфликтов как между цивилизациями, так и внутри цивилизации. У территориального цивилизационного разлома всегда есть определенное основание или основания. Протекание цивилизационного разлома может быть и незаметным, неявным, но от этого сила его воздействия на процесс развития цивилизаций не прекращается. Вероятно, цивилизационные разломы могут быть локальными и мировыми, периодическими и непериодическими, глубокими и поверхностными, длительными и сравнительно непродолжительными. Если характеризовать цивилизационные разломы не только по форме и содержанию, но и по таким основаниям, как пространственные границы, частота проявления, степень воздействия, временные рамки, то обозначенные явления в развитии цивилизаций могут приобретать различные «оттенки». Вероятно, несколько цивилизационных разломов одновременно могут «протекать» в определенный этап развития цивилизации, «наслаиваясь» друг на друга.

Обозначенные типы цивилизационных разломов приемлемы как для цивилизационных разломов в широком смысле слова, так и для цивилизационных разломов в узком смысле. Ведь каждая цивилизация взаимодействует с другими цивилизациями, которые проникают в данную цивилизацию и иногда существуют в ней в качестве субцивилизаций. История цивилизаций свидетельствует о том, что зачастую определенное явление или же процесс в развитии одной цивилизации впоследствии присущ и для других цивилизаций, становясь таким образом, всеобщим.

Представляется, что свое объяснение указанных характеристик цивилизационных разломов может дать синергетика. Цивилизационный раз-

лом есть хаотическое состояние цивилизации-системы, а хаос может выступать и конструктивным механизмом самоорганизации сложных систем. В общем-то, эта закономерность осознавалась уже достаточно давно и выражалась в иносказательных, поэтических формах. Ф. Ницше выразил это в следующей сентенции: «Нужно носить в себе хаос, чтобы быть в состоянии родить танцующую звезду».

Поясняя особенности эпохи перемен, А. И. Неклесса замечает, что смены эпох (фазовые переходы) — подобно неспокойному состоянию пограничных поясов цивилизационных разломов (областей столкновения культур) — сопровождаются хаотизацией социума, периодами смуты, нередко занимающими продолжительное время, исчисляемое десятками, а то и сотнями лет (3, с. 61).

Согласно концепции И. Пригожина, все системы содержат подсистемы, которые непрестанно флуктуируют. Иногда отдельная флуктуация или комбинация флуктуаций может стать (в результате положительной обратной связи) настолько сильной, что существовавшая прежде организация не выдерживает и разрушается. В этот переломный момент, который известен еще и как точка бифуркации, принципиально невозможно предсказать, как считают И. Пригожин и И. Стенгерс, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более дифференцированный и более высокий уровень упорядоченности или организации, который авторы называют диссипативной структурой (4, с. 17).

Следуя логике рассуждений И. Пригожина и И. Стенгерса, Э. Тоффлер считает, что наблюдаемый ныне упадок индустриального общества, или общества «второй волны», можно охарактеризовать как бифуркацию цивилизации, а возникновение более дифференцированного общества «третьей волны» — как переход к новой диссипативной структуре в мировом масштабе (1, с. 15). Полагаем, то, что Э. Тоффлер называет упадком индустриального общества, это есть цивилизационный разлом, который является не только точкой бифуркации в цивилизации-системе, но и подсистемой цивилизационной системы, способствующей переходу системы к новой диссипативной структуре.

Поскольку диссипативные процессы, рассеяние есть проявление хаоса, постольку хаос на микроуровне — это не фактор разрушения, а сила, выводящая на аттрактор, на тенденцию самоструктурирования нелинейной среды. Таким образом, цивилизационный разлом как олицетворение неустойчивости и хаотичности в развитии цивилизации-системы — это закономерный и естественный процесс в развитии такой открытой нелинейной системы, как цивилизация.

Более того, история свидетельствует о том, что мировые империи, максимально разрастаясь и укрепляясь, в конце концов распадались, иногда полностью, бесследно исчезали. И если наблюдается начало распада какой-либо геополитической целостности, то резонно поставить вопрос о том,

«достаточна ли доля хаоса в системе, достаточно ли сильны ее общие диффузиозные свойства, чтобы возникла флуктуация, поворачивающая процессы в обратную сторону, переключающая их на HS-режим возобновления связей, затухания процессов в центральной части и их активизации на периферии структуры. Если константы диффузиозных свойств системы невелики, то прежние интенсивные процессы развития могут просто затухнуть, сойти на нет» (2, с. 13).

Цивилизационный разлом возможно представить на основе волновой динамики и чередования режимов обострения. Начальная фаза разлома — это низшая точка волны, HS-режим, максимальное проявление хаоса и неустойчивости. Следуя законам синергетики, любая неустойчивая, хаотичная система стремится к порядку. Поэтому следующая фаза разлома — центральная, это «гребень» волны, время относительной стабильности внутри процесса перехода. Это период LS-режима, который в свою очередь, чтобы система не погибла, должен смениться на противоположный HS- режим, из-за которого цивилизационная система неминуемо возвращается в прежнее положение, но в этот момент ни в коем случае не происходит ее «затормаживание», наоборот, система продолжает развиваться, «утрамбовываются» и осознаются прошлые наработки. Итак, заключительная фаза разлома, так же как и начальная фаза, соответствует низшей точке волны разлома.

Прямое воздействие на процесс выхода цивилизации-системы на аттрактор может оказать такая нелинейная диссипативная подсистема системы-цивилизации, коей является человек, обладающий способностью к разумному осмыслению, изменению реальности и к приспособлению к последней.

Фундаментальный принцип поведения нелинейных систем — это периодическое чередование стадий эволюции и инволюции, развертывания и свертывания, взрыва активности, увеличения интенсивности процессов и их затухания, ослабления, схождения к центру, интеграции и расхождения, дезинтеграции, хотя бы частичного распада.

Многие сегодняшние переходы в политике, экономике, культуре, изучаются в связи с проблемами самого человека и общества, указывается на влияние времени перехода на сознание, процессы познания человека, его мировоззрение. Сам переход от этапа к этапу в развитии цивилизации представляется многим ученым уже не как жестко детерминированный процесс, а как своеобразное проявление нелинейности и открытости цивилизационной системы. Выделив некоторые типы цивилизационных разломов, отметим, что выработать абсолютно строгую градацию сложно, тем более что сами межцивилизационные границы нередко размыты, динамичны, имеют «поля пересечения», взаимопроникновения цивилизаций на фоне современных процессов глобализации и универсализации. Все без исключения цивилизационные разломы представляют собой процесс и итог отражения в сознании человека (а может быть и в подсознании) неприятия новых форм жизни, сложностей фазы перехода и этапа адаптации человека и общества к новой реальности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Даль В.** Толковый словарь живого русского языка. М.; СПб., 1912. Т. 3. С. 1522.
2. **Князева Е. Н., Курдюмов С. П.** Коэволюция: человек как соучастник коэволюционных процессов // Устойчивое развитие. 2002. № 1. С. 13.
3. **Неклесса А. И.** Трансмутация истории // Вопросы философии. 2001. № 3. С. 61.
4. **Пригожин И., Стенгерс С.** Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М., 2010.
5. **Словарь русского языка:** в 4 т. Т. 3 / АН СССР, Институт русского языка. М., 1986–1988. С. 345.
6. **Тоффлер Э.** Наука и изменение // Пригожин И., Стенгерс С. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М., 2010.
7. **Хантингтон С.** Столкновение цивилизаций // Полис. 1994. № 1.

ОБ АВТОРЕ

Поморцева Альбина Михайловна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат философских наук, доцент кафедры философии. Pomal13@rambler.ru.

Pomortseva Al'bina Mikhaylovna, North-Caucasian Federal University, Department of Philosophy, candidate of philosophical sciences.

Pomal13@rambler.ru.

УДК 130

С. Ю. Иванова [S. Y. Ivanova]

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ИДЕОЛОГИИ ВОСПИТАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ЕЕ ПАТРИОТИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

The problem of formation of Russian ideology of education and realization of its patriotic component in the educational space

В статье рассматриваются проблемы формирования российской идеологии образования и необходимости развития в ней патриотического компонента, анализируются причины краха либерального проекта перестроечной эпохи, обосновывается необходимость интеграции усилий научного сообщества, институтов гражданского общества, творческой интеллигенции в создании россиецентричной доктрины воспитания.

The problems of the formation of the Russian ideology of education and the need for it patriotic component, analyzes the reasons for the collapse of the liberal project of the perestroika era, the necessity of integrating the efforts of the scientific community, civil society, intellectuals in creating russiancentered doctrine of education.

Ключевые слова: идеология, патриотизм, система воспитания, духовность, традиции, либерализм.

Key words:
ideology, patriotism, a system of education, spirituality, traditions, liberalism.

Свобода мнений, убеждений, взглядов способствовала открытости общества, раскрепощению духовной жизни, росту гражданской активности в новой России. Одновременно она же поставила многих людей и государство в целом в трудное положение поиска идей, взглядов, систем ценностей, способных содействовать личностному становлению человека и эффективному развитию страны в новых социальных условиях, сплачивающих граждан и общество в решении общенациональных задач. В этом многие ученые, представители творческой интеллигенции усматривают главную причину современных трудностей в формировании патриотического сознания российских граждан.

Какие бы сложные, противоречивые, а порой и разрушительные процессы ни происходили в российском обществе в переходный период, как бы ни складывались отношения между различными слоями, поколениями

людей, всегда остается актуальной проблема создания системы воспитания российских граждан. Решение этой задачи возможно лишь при условии формирования качественно новой системы общественных отношений, иной жизненной среды, объективно стимулирующей воспитание личности интеллектуальной, обладающей активной гражданской позицией, социальным оптимизмом, высоконравственной, профессионально подготовленной.

Среди основных причин, актуализирующих разработку проблем воспитания российских граждан в современном обществе, можно выделить следующие: возникновение в российском обществе в эпоху перестройки стихийной, деструктивной для развития молодежи, опасной по своим последствиям социальной ситуации; появление новой системы требований общества к личности, размывание и девальвация системы традиционных ценностей, сложившегося механизма социализации поколений и, как следствие, разрыв связей, преемственности между ними; усиление бездуховности, падение образовательного и культурного уровня подрастающего поколения; переоценка роли образования и явное снижение роли воспитания в его развитии, возникшее вследствие ошибочной линии идеологов «реформы»; вестернизация важнейших сфер жизни российского общества, внедрение чуждых ему духовных ценностей с целью вытеснения и забвения отечественной культуры, истории, традиций.

Система ценностей, установившаяся в России, заземленная и сильно заниженная. В бизнесе, культуре, политике наступила эпоха технологов, которые инициируют несложные процессы, не мыслят масштабными историческими и моральными категориями. Проблема эта осознается сегодня на всех уровнях власти, во всех образовательных институтах. На современном этапе ведется поиск новых подходов к воспитанию, пониманию его роли и функций в изменившихся условиях общественного развития.

Можно констатировать, что еще не разработаны основы идей воспитательной теории и практики, отвечающей требованиям времени и соответствующей насущным проблемам формирования подрастающего поколения нашего общества. Вместе с тем следует отметить, что уже определились ведущие тенденции нового подхода к воспитанию молодежи.

Однако и новые теоретические подходы к воспитанию характеризуются ограниченностью, проявляющейся в двух главных моментах. Во-первых, концептуальная разработка воспитания в значительной степени сводится лишь к сфере школьного воспитания. В то время как, помимо педагогов, его должны вести также и философы, социологи, культурологи, психологи и т. д.

При этом особое значение имеют работы в области социальной философии, связанные с исследованием проблем становления и развития подрастающего поколения. Только на таком теоретическом фундаменте и при участии государственных и общественных организаций, различных социальных институтов может разрабатываться и осуществляться успешная образовательная, культурная, информационная и национальная политика.

Во-вторых, при постановке и решении новых задач в области воспитания многие специалисты и исследователи еще недостаточно учитывают определяющее значение в формировании личности социальной группы, социума и общественной среды. Не воспитание и школа определяют экономическое, политическое и духовное развитие общества. Сами они, являясь продуктами общества, так или иначе, направляются им и несут на себе его достоинства и пороки. Вследствие этого не только содержание и методические основы воспитания, но и его результаты во многом определяются общественными условиями. Недостатки и кризисные явления общества не могут не сказываться на социальном, нравственном и патриотическом формировании людей, особенно подрастающего поколения.

В условиях реформирования общества до сих пор нерешенными остаются следующие проблемы: определение системы духовных ценностей, ориентиров для основных социальных слоев и групп: развитие взглядов и убеждений, способных консолидировать общество, формирование гражданski активные свойства и качества людей; формирование потребности к труду без внешнего принуждения и моральных стимулов, особенно при получении малопрестижных и малооплачиваемых профессий; исследование соотношения инновационных и традиционных средств, форм и методов воспитания в процессе его обновления, повышение их эффективности в формировании граждан, особенно в развитии у них национального самосознания.

Необходимость глубокой разработки этих проблем предполагает активизацию усилий по исследованию всего комплекса вопросов теории и практики воспитания в современных условиях. При этом важно исходить из идеи наличия единого воспитательного пространства российского общества, что требует создания общей концепции воспитания новых поколений. Отсутствие такой концепции затрудняет разработку социально-педагогических проблем и школьного воспитания, воспитательного воздействия средств массовой информации, духовного, нравственного, правового, экономического, политического, патриотического, эстетического, воинского воспитания и т. д.

В последние годы поиск основополагающих подходов к новой стратегии воспитания стал более многосторонним и интенсивным. К этой работе все более активно подключаются философы, социологи, психологи, юристы, физиологи, медики. В центре их внимания находится круг проблем, связанных с условиями, особенностями, механизмами развития личности, формирования подрастающего поколения. В связи с этим приоритетными для исследования становятся проблемы переориентации работы с молодежью в учебных заведениях всех типов с целью достижения уровня мировых стандартов образования и воспитания.

В последние годы в нашем обществе доминировала идея приоритета индивидуального над общественным, являющаяся базисной для системы воспитания в США, но она не может быть полностью реализована в Рос-

сии. Причиной тому не только ограниченность данного подхода, но и его глубокое несоответствие менталитету россиян. Свидетельством тому служит и тот факт, что еще до утверждения в качестве господствующей пролетарской идеологии в России были провозглашены идеи «солидарности» (П. Л. Лавров), «соборности, всеединства» (В. С. Соловьев, П. А. Флоренский), «братства» (Н. К. Рерих) как доминанты духовной жизни в противовес индивидуалистическому началу.

Именно единство является важнейшим условием развития патриотизма у российских граждан. Будучи не только духовно-личностной, но и социально значимой ценностью, истинный патриотизм не может быть сформирован в процессе реализации тех педагогических новаций, которые направлены на развитие личности ребенка как уникального и самоценного явления, поскольку здесь нарушается разумный баланс природных и социальных качеств.

Положение усугубляется тем, что многие представители гуманитарных наук отказывают в праве на существование мировоззренческому и идеологическому компонентам общественного сознания, деятельности социальных и государственных институтов воспитания. Вследствие этого теория и практика воспитания не имеют до сих пор достаточно очерченных целостно значимых ориентиров и долговременной научно обоснованной стратегии.

Между тем решение проблемы разработки мировоззренческо-идеологических основ воспитания становится все более насущной и необходимой. Мировоззрение определяет идеологию общества, в том числе и идеологию воспитания новых поколений. Только выражающая важнейшие интересы общества, государства, направленная на решение его насущных проблем идеология может избавить сознание от тревожных сомнений, внутренних противоречий, социального и политического противостояния между людьми. Государственная идеология должна представлять собой совокупность официально признанных доктрин во всех ключевых сферах жизнедеятельности общества, основанных на его интересах и ценностях, традициях и перспективах, достижениях, трудностях и проблемах.

Обладая откровенно антитрадиционалистской направленностью, либерально-демократическая идеология по своей сути представляет собой не что иное, как идеологическое оружие для разрушения российского национального и религиозного самосознания. Данная идеология характеризуется:

1) антипатриотизмом и государственным нигилизмом, выступающими в качестве ложной «прогрессивной» альтернативы русской державности, которая якобы несовместима с «цивилизованными» нормами современных международных отношений;

2) космополитизмом и национальным нигилизмом, направленными против русской соборной общности, ее нацио-

нальной самобытности, «мешающей» России реализовать на своей территории «передовой» опыт развитых западных стран;

3) религиозным неприятием, способствующим духовной агрессии против православия, «реакционность» которого якобы представляет собою угрозу возврата к «средневековому мракобесию» и «конфессиональной нетерпимости».

Таким образом, совокупность ценностей либерально-демократической идеологии представляет собой типичный образец подавления, вытеснения идеологии «поверженного противника» с целью создания условий для интеграции «постсоветского пространства» в международные структуры «нового мирового порядка». На фоне очевидного провала «радикальных реформ» выявилась несостоятельность этой антироссийской по существу идеологии. Не удивительно, что она не стала и не могла стать основой для разработки хоть сколько-нибудь приемлемой и жизнеспособной концепции воспитания в условиях реформируемого общества.

Либерально-демократическая идеология потерпела поражение уже к середине 90-х годов XX века. С этого времени борьба различных политических сил России (в том числе и либерально-демократических) велась за то, чтобы олицетворять собой наиболее полное и точное выражение «русской идеи». Произошел быстрый и неконтролируемый подъем в обществе русского державного патриотизма, который является неотъемлемым компонентом программ и предвыборных платформ большинства политических партий России. В этой связи правомерно обратиться к набирающей силу идеологии государственного патриотизма, взятой на вооружение целым рядом влиятельных политических партий и общественных движений, пользующихся широкой поддержкой граждан России.

По мнению теоретиков идеологии государственного патриотизма, общенаучная доктрина должна основываться на национальной идее, которая, в свою очередь, является важнейшим условием всех преобразований. При этом возрождение русской идеи, формирование научно обоснованной идеологической основы сплочения русского народа связано, прежде всего, с решением наиболее важной жизненной политической проблемы — предотвращения ослабления и развала Российского государства.

Таким образом, возрождение национального самосознания России, реализация созданного многими поколениями духовно-нравственного и патриотического потенциала нашего общества является доминирующей тенденцией его современного развития и по всем параметрам тяготеет к возможно более полному восстановлению исторической преемственности, прерванной в XX веке серией разрушительных военных столкновений и мощных социальных катаклизмов.

Вместе с тем нельзя не отметить, что концепция государственно-патриотической идеологии, страдающая некоторыми недостатками (слабая выраженность духовного и идеологического компонента, декларированность или даже отсутствие национальных интересов России, недооценка роли и значения принципа взаимосвязи и неразрывности духовности, православия, национализма и патриотизма и т. д.), еще далека от совершенства и находится в процессе формирования. Этот процесс поиска и обретения подлинно патриотической идеологии, основанной на российской духовности, истории, культуре, отражающей проблемы современного развития, особенности национального самосознания и менталитета, гармонизирующей интересы общества и личности, еще ждет своего относительного завершения, в том числе и в области педагогической теории и практики.

Исходя из логики взаимосвязи и взаимозависимости сфер, связанных с формированием социальных групп, общества и личности, можно констатировать, что тенденция патриотизации общественного сознания, безусловно, предполагает и патриотизацию воспитания. Вследствие этого, во-первых, все более риторическим представляется вопрос о необходимости воспитания в современных условиях. Во-вторых, значительного усиления требует патриотический компонент его содержания, который получит соответствующее проявление в цели, задачах, принципах, во всей системе функционирования воспитательной деятельности с различными категориями граждан, особенно с молодежью.

Российская идеология воспитания может рассматриваться как система формирования важнейших духовных, этнокультурных и патриотических ценностей, официально имеющих национальный статус, поддерживаемых гражданами и интерпретирующихся через систему идей в ходе общественного развития, охраняясь при этом как исходное начало интеграции и сохранения целостности Российского государства как главные ориентиры развития личности и движения в будущее.

С учетом развития и усиления современных тенденций в мировоззренческо-идеологической сфере общественной жизни (особенно в ее патриотическом аспекте) соответствующего переосмысления требуют в первую очередь ценностные основы воспитания, определяющие его сущность и исходные принципы.

Идеологическая сфера общественной жизни должна, очевидно, формироваться, исходя из признания интересов и ценностей российского суперэтноса. Развивающаяся идеология обретает контуры идеологии глобального гуманизма, которая выстраивается на диалоге культур, на отказе от эгоцентризма и социал-дарвинизма, которая, наконец, должна ориентироваться на возрождение социальных ценностей, выстраданных человечеством и впервые реализовавшихся в нашей стране. В контексте глобального гуманизма любая идеология имеет национальное выражение.

В России издревле таковым выражением являлся патриотизм — преданность и верность Отчизне, братское сотрудничество всех наций и народов, населявших необъятные просторы России, стремление к свободе, независимости, социальной справедливости. Поэтому следует утверждать, что именно на этом основании следует формировать национальную идею глобального гуманизма в ее российском варианте, что соответствует интересам глобализационного развития России.

В настоящее время все еще не сложилась модель личности человека нового типа, соответствующего тенденциям мировой информационной цивилизации и жизнеспособного в новых условиях российской действительности. До сих пор не разработана и общепринятая концепция воспитания в средней и высшей школе. Пока еще не создано единое воспитательное пространство на общегосударственной идеологической основе, определяющей гражданские позиции будущих специалистов.

Общее воспитательное пространство должно регулироваться созданной Концепцией воспитания, основные положения и принципы которой должны быть одинаковы для всех уровней образования, обеспечивая преемственность воспитания, но сохраняя его вариативность для различных типов и видов учебных заведений, создавая тем самым возможность проявления их специфики в процессе подготовки тех или иных категорий учащейся молодежи.

ОБ АВТОРЕ

Иванова Светлана Юрьевна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор философских наук, профессор, заведующая кафедрой социальной философии и этнологии.
ethnos@stavsu.ru.

Ivanova Svetlana Yur'evna, North-Caucasian Federal University, Department of social philosophy and ethnology, Doctor of philosophical sciences, professor.
ethnos@stavsu.ru.

УДК 53:372.8

И. М. Агибова [I. M. Agibova],
М. А. Беджанян [M. A. Bedzhanyan],
О. А. Нечаева [O. A. Nechaeva],
О. В. Федина [O. V. Fedina]

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ФИЗИКА» К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

Peculiarities of the research activity training of students of a direction of «Physicist» at the tutoring initial stage in higher school

В статье показана необходимость усовершенствования методики проведения лабораторного практикума по физике путем применения творческих заданий. Приведены примеры разработанных многоуровневых заданий, используемых при проведении лабораторного практикума «Электричество и магнетизм».

The necessity of the improvement of the methodology of the laboratory course in physics by means of the use of creative tasks is shown in the article. The examples of the developed multi-level tasks used during laboratory course of «Electricity and Magnetism» were presented.

Ключевые слова: научно-исследовательская деятельность, исследовательские умения, творческие задания, лабораторный практикум.
Key words: research activity, research skills, creative tasks, laboratory classes.

Подготовка студентов направления «Физика» к научно-исследовательской деятельности является первоочередной задачей, закрепленной в ФГОС ВПО. Опыт показывает, что студенты, занимающиеся исследовательской работой с первого или второго курсов, становятся более самостоятельными и успешными в дальнейшей работе, поэтому начинать подготовку студентов к такой деятельности необходимо на самых ранних этапах обучения в вузе. Однако решение этой задачи вызывает трудности и требует дальнейшего совершенствования.

В течение нескольких лет на кафедре общей физики проводится эксперимент по формированию исследовательских умений студентов-физиков младших курсов средствами лабораторного практикума. Студенты на занятиях дополнительно выполняют разработанные авторами задания творческого характера. Исходя из того, что специалист-физик должен уметь применять физические методы исследования к самым разным объектам, творческие задания имеют различную тематику и направленность: с использованием «нестандартных» материалов, например, магнитной жидкос-

ти; с биологическим, химическим или иным «нефизическим» содержанием; с применением научных экспериментальных установок; с задачами конструирования и изготовления фрагментов экспериментальных установок; с использованием информационных технологий и т. д.

Особый интерес у студентов-физиков вызывают творческие задания с использованием магнитной жидкости (МЖ), в которой возникают интересные эффекты при воздействии на нее электрическим и магнитным полями.

Некоторые творческие задания делятся на три уровня сложности.

Задания первого уровня — самые сложные. Преподаватель только обозначает проблему, вся остальная работа: определение задачи, подготовка и постановка эксперимента, обработка результатов — проводится студентами самостоятельно. Если они не справляются с заданием, им предлагается перейти к решению задач второго уровня сложности.

Для заданий второго уровня проблема остается той же, только формулировка изменена так, что содержит подсказки: ограничивается круг приборов и материалов, намечаются различные пути выполнения задачи.

Третий уровень заданий предлагается студентам, если они не смогли выполнить предыдущий. Он максимально упрощен, но элементы творчества в нем все равно присутствуют.

При разработке заданий были использованы идеи, взятые из различной методической и научно-популярной литературы, а также возникшие в результате учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы авторов.

Приведем примеры трехуровневых заданий с применением магнитной жидкости к лабораторной работе «Изучение магнитных полей».

Задание 1

Первый уровень сложности. Известно, что электрические свойства магнитной жидкости обнаруживают незначительную анизотропию при воздействии на нее внешнего магнитного поля. Необходимо показать, что композиционная среда, полученная путем добавления в магнитную жидкость мелкодисперсного наполнителя — немагнитных частиц с низкой и высокой электропроводностью, обнаруживает значительную анизотропию электрических свойств при воздействии магнитного поля [1].

Для решения поставленной задачи студенту необходимо:

1) изучив зависимость сопротивления магнитной жидкости на основе керосина от напряженности магнитного поля, направленного перпендикулярно и параллельно электрическому полю, убедиться, что анизотропия ее электрических свойств незначительна;
2) приготовить образец композиционной среды путем добавления в МЖ мелкодисперсного немагнитного наполнителя — графитовой или эбонитовой пыли с последующим ультразвуковым перемешиванием компонентов;

3) поместив слой полученной среды под микроскоп, провести исследование зависимости поведения структур из частиц наполнителя от направления внешнего магнитного поля;
4) исследовать зависимость сопротивления магнитной жидкости с немагнитным наполнителем от величины магнитного поля, направленного перпендикулярно и параллельно электрическому полю;
5) убедиться в анизотропии сопротивления композиционной среды при совпадении направлений магнитного и электрического полей и их взаимно перпендикулярного направления;
6) по полученным результатам сделать вывод о влиянии структурных образований на электрические свойства МЖ.
7) представить и защитить полученные результаты.

На рисунке представлены полученные студентами фотографии, позволяющие сделать вывод о влиянии направления внешнего магнитного поля на структуры из частичек наполнителя, помещенного в композиционную среду.

Второй уровень сложности.

Нужно исследовать зависимость сопротивления готовой композиционной среды, полученной путем добавления в МЖ мелкодисперсного наполнителя — немагнитных частиц с низкой и высокой электропроводностью, от напряженности магнитного поля, направленного параллельно и перпендикулярно электрическому полю. Сделать выводы из полученных результатов.

Студент работает с готовой композиционной средой. Остается нерешенным вопрос, как спроектировать, собрать установку и провести эксперимент, чтобы возможно было объяснить полученные результаты.

Для выполнения этого задания студенту необходимо:

1) спроектировать и собрать установку для изучения зависимости поведения структур из частиц наполнителя от направления внешнего магнитного поля;
2) поместив тонкий слой полученной среды (с использованием предоставленной ячейки) под микроскоп, провести исследование зависимости поведения структур из частиц наполнителя от направления внешнего магнитного поля;
3) исследовать зависимость сопротивления магнитной жидкости с немагнитным наполнителем от величины магнитного поля, направленного перпендикулярно и параллельно электрическому полю;
4) убедиться в анизотропии сопротивления композиционной среды при совпадении направлений магнитного и

электрического полей и их взаимно перпендикулярного направления;

5) по полученным результатам сделать вывод о влиянии структурных образований на электрические свойства МЖ, представить и защитить полученные результаты.

Третий уровень сложности.

Требуется исследовать зависимость сопротивления готовой композиционной среды, полученной путем добавления в МЖ мелкодисперсного наполнителя — немагнитных частиц с низкой и высокой электропроводностью, от напряженности магнитного поля, направленного параллельно и перпендикулярно электрическому полю, на предложенной преподавателем установке. Установка состоит из двух источников постоянного тока, проградуированных катушек Гельмгольца и специально изготовленной ячейки. Сделать выводы из полученных результатов.

Студенту для выполнения задания необходимо:

1) собрать предложенную преподавателем установку для изучения зависимости поведения структур из частиц наполнителя от направления внешнего магнитного поля;
2) провести исследование зависимости поведения структур из частиц наполнителя от направления внешнего магнитного поля, наблюдая изменения в тонком слое композиционной среды в ячейке с помощью микроскопа;
3) убедиться в анизотропии сопротивления композиционной среды, исследуя его зависимость от величины магнитного поля, направленного перпендикулярно и параллельно электрическому полю;
4) сделать вывод о влиянии структурных образований на электрические свойства МЖ и представить полученные результаты.

Выполнить задания третьего уровня, включающие в себя элементы творчества, под силу не только сильным студентам, но и средним и даже слабым. Несмотря на то, что формулировка задания упрощена (студенту выдается готовый образец и установка), элемент творчества в нем не утрачен. Студенту необходимо составить план и самостоятельно провести исследования, сделать выводы.

Задание 2

(к лабораторной работе «Изучение магнитных полей»)

Первый уровень сложности. Разработать и провести эксперимент для исследования температурной зависимости магнитной восприимчивости МЖ.

Второй уровень сложности. Разработать и провести эксперимент для исследования температурной зависимости магнитной восприимчивости МЖ, используя нагреватель, выполненный на внешней стороне трубки бифилярной намоткой, и проградуированную медь-константановую термопару.

Третий уровень сложности. Разработать и провести эксперимент для исследования температурной зависимости эффективной магнитной восприимчивости МЖ, используя однослойный соленоид, нагреватель, выполненный на внешней стороне трубки бифилярной намоткой, и проградуированную медь-константановую термопару, продумав теплоизоляционную защиту соленоида от нагревателя.

Задание 3

(к лабораторной работе «Изучение магнитных полей»)

Первый уровень сложности. Пронаблюдать за траекторией движения капли магнитной жидкости в постоянном [2] и переменном [3] однородных магнитных полях в жидкой среде (воде или глицерине). Исследовать зависимость времени падения капли в жидкой среде от величины напряженности однородного постоянного поля. Исследовать зависимость времени падения капли в жидкой среде от частоты однородного переменного магнитного поля.

Провести исследования для следующих ситуаций:

1) направление магнитного поля совпадает с направлением движения капли;
2) направление магнитного поля перпендикулярно направлению движения капли;
3) направление магнитного поля образует некоторый острый угол с направлением движения капли.

Второй уровень сложности. Пронаблюдать за траекторией движения капли магнитной жидкости в постоянном и переменном однородных магнитных полях в жидкой среде (воде или глицерине). Исследовать зависимость времени падения капли в жидкой среде от величины напряженности однородного постоянного поля. Исследовать зависимость времени падения капли в жидкой среде от частоты однородного переменного магнитного поля.

Провести исследования для следующих случаев:

1) направление магнитного поля совпадает с направлением движения капли;
2) направление магнитного поля перпендикулярно направлению движения капли;
3) направление магнитного поля образует некоторый острый угол с направлением движения капли.

Для выполнения задания использовать следующие приборы: источник постоянного напряжения DC POWER SUPPLY HY, генератор ГЗ–123 с усилителем мощности LV 103, электронный секундомер.

Третий уровень сложности.

На предложенной экспериментальной установке понаблюдать за траекторией движения капли МЖ в постоянном и переменном однородных магнитных полях в жидкой среде (воде или глицерине). Исследовать зависимость времени падения капли в жидкой среде от величины напряженности однородного постоянного поля. Исследовать зависимость времени падения капли в жидкой среде от частоты однородного переменного магнитного поля.

Провести исследования для следующих случаев:

1) направление магнитного поля совпадает с направлением движения капли;
2) направление магнитного поля перпендикулярно направлению движения капли;
3) направление магнитного поля образует некоторый острый угол с направлением движения капли.

Для выполнения задания использовать следующие приборы: источник постоянного напряжения DC POWER SUPPLY HY, генератор ГЗ–123 с усилителем мощности LV 103, электронный секундомер.

Опыт показывает, что организация учебного процесса с элементами научных исследований различной степени сложности способствует формированию у всех студентов физического подхода к решению экспериментальных задач. Они учатся планировать эксперимент, работать со сложным современным оборудованием, описывать и интерпретировать экспериментальные данные, оценивать правильность и достоверность проведенных исследований. Исследовательские умения, сформированные при выполнении таких заданий, помогают студентам в проведении самостоятельных экспериментов по дисциплине специализации, а также при выполнении курсовых и дипломных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Смерек Ю.Л., Халин К.А.** Влияние магнитного поля на электрофизические свойства магнитных жидкостей с мелкодисперсным немагнитным наполнителем // Научно-инновационные достижения ФМФ в области физико-математических и технических дисциплин. Материалы 52-й научно-методической конференции. Ставрополь: Изд-во СГУ, Ставропольское книжное изд-во, 2007. 444 с.
2. **Копылова О.С., Закинян Р.Г., Диканский Ю.И.** Особенности движения капли магнитной жидкости в магнитном поле // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2006. №2. С. 50–54.

3. **Копылова О. С.** Особенности движения капли магнитной жидкости в постоянном и переменном магнитном полях // Сборник тезисов 11-й Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых. Екатеринбург: изд-во АСФ Россия, 2005. С. 260–261.

ОБ АВТОРАХ

Агибова Ирина Марковна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», доктор педагогических наук, заместитель директора Института естественных наук по учебной работе.
agibova@yandex.ru

Беджанян Марита Альбертовна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики Института естественных наук.
bedganian@mail.ru

Нечаева Оксана Александровна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики Института естественных наук.
o_a_nechaeva@mail.ru

Федина Ольга Викторовна, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», кандидат педагогических наук, доцент кафедры общей физики Института естественных наук.
fedina_ov@mail.ru

Agibova Irina Markovna, doctor of Pedagogical Sciences, Deputy Director of Institute of Natural Sciences, North-Caucasian Federal University.
agibova@yandex.ru

Bedzhanyan Marita Albertovna, candidate of physical and mathematical sciences, assistant professor, Department of general physics, Institute of Natural Sciences, North-Caucasian Federal University.

Nechaeva Oksana Aleksandrovna, candidate of physical and mathematical sciences, assistant professor, Department of general physics, Institute of Natural Sciences, North-Caucasian Federal University.

Fedina Olga Viktorovna, candidate of pedagogical sciences, assistant professor, Department of general physics, Institute of Natural Sciences, North-Caucasian Federal University.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И СДАЧЕ РУКОПИСЕЙ В РЕДАКЦИЮ

Правила для авторов

Редакция журнала «Наука. Инновации. Технологии» просит авторов руководствоваться приведенными ниже правилами. Статьи, оформленные без соблюдения этих правил, возвращаются без рассмотрения.

1. Рукопись должна сопровождаться выпиской из протокола заседания соответствующей кафедры с рекомендацией представляемой статьи (сообщения, информации) к печати в «Наука. Инновации. Технологии». Сторонние авторы должны дополнительно предоставить направление организации, где работает автор.
2. Должна быть предоставлена рецензия на статью (образец рецензии и памятка рецензенту прилагаются).
3. Рукопись должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами. Рукописи должны представляться в 1 печатном экземпляре и в электронной версии (на диске или по электронной почте): файлы с текстовой частью в формате Microsoft Word for Windows (имя файла должно начинаться фамилией первого автора, например Иванов.doc), каждый рисунок в отдельном файле (например ИвановРис1.tiff).

Порядок и формат оформления рукописи

1. Указывается рубрика и индекс УДК (Универсальная десятичная классификация) статьи, выровненные по левому краю.
2. Заголовок статьи центрируется и набирается строчными буквами (как в предложении, начиная с прописной). Заголовок должен содержать не больше 10 слов.
3. Под заголовком, по центру указывается И.О. Фамилия автора на русском и английском языках.
4. Аннотация статьи, форматируется по ширине и содержит 100–150 слов.
5. Ключевые слова форматируются по ширине (до 8 слов).
6. Текст статьи, оформленный в соответствии с нижеприведенными требованиями.
7. Библиография, оформленная в соответствии с нижеприведенными требованиями.
8. Сведения о каждом соавторе: фамилия, имя, отчество полностью, полное название учреждения (место работы), в котором выполнено исследование (в именительном падеже), ученая степень, должность, сфера научных интересов автора, почтовый индекс, адрес, номера телефонов (служебный, домашний), e-mail.

Требования к представляемому тексту, иллюстрациям и библиографии

— поля: верхнее — 3 см; нижнее — 3 см; правое, левое — 2,5 см.

— шрифт Times New, 14 кегль, одинарный интервал, красная строка 1 см;

— сокращения слов в тексте статьи, кроме стандартных, применять нельзя;

— переносы в словах либо не употреблять, либо пользоваться командой «расстановка переносов». Для форматирования текста не использовать пробелы (нигде в тексте статьи не должно быть рядом стоящих двух пробелов). Различать дефис и тире;

— разделы и подразделы статьи (если они необходимы) нумеруются арабскими цифрами, выделяются прямым полужирным шрифтом.

— для набора любых математических формул и выражений используется Microsoft Equation, дробные выражения в формулах рекомендуется, по возможности,

заменять выражениями с отрицательными степенями, либо использовать косую черту. Размер шрифта в формулах установить по умолчанию (12). Буквы латинского алфавита набираются курсивом, буквы греческого и русского — прямым шрифтом. Математические символы lim, log, min, max и п.т. набираются прямым шрифтом. Следует учитывать, что при верстке формулы должны размещаться на половине страницы (7,5 см), поэтому большие формулы разбивать на отдельные фрагменты. Фрагменты формул, по возможности, должны быть независимыми. Нумерация и знаки препинания ставятся отдельно от формул.

— таблицы, если имеются, не должны, выходить на поля. При правильной установке параметров страницы ширина таблицы должна быть не более 16 см.

— рисунки, чертежи, схемы, диаграммы, фотографии и др. графические элементы не вставлять в WORD. Они должны быть предоставлены в отдельных графических файлах (JPEG, TIFF). В тексте статьи указывается только ссылка на графический объект, (например: см. рис.1) и после ссылки подпись к нему (например, — Рисунок 1. Модель подготовки специалиста). Иллюстрации должны быть подготовлены с разрешением не менее 600 dpi. Повышение разрешения после сканирования программными средствами не допустимо. Не рекомендуется загромождать рисунок ненужными деталями: надписи должны быть вынесены в подпись к рисунку, а на рисунке заменены цифрами или буквами. Желательно не перегружать статью графическим материалом. Схемы, рисунки и другие графические элементы, выполненные с помощью графических возможностей MS WORD должны быть сгруппированы, их ширина не должна превосходить 16 см, они также предоставляются в отдельных файлах. Не допускается внутри текста использовать графические элементы.

— литература в библиографии нумеруется арабскими цифрами. Ссылки на литературу указываются в квадратных скобках, а ссылки на формулы — в круглых скобках;

— примечания, сноски (если необходимы) имеют сквозную нумерацию.

Библиография оформляется в соответствии со следующим шаблоном

— для книг: Автор. Название. — Город: Изд-во, год.

Например:

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. — М.: Наука, 1987.

— для трудов конференций, сборников трудов и других коллективных публикаций (в том числе, не имеющих титульных авторов): Автор. Название // Название конференции: Название сборника трудов. — Город: Изд-во, год.

Например:

Брыкалов А.В., Романенко Е.С. Применение полифункциональных олигомеров вулканизаторов в качестве биостимуляторов роста растений // Современные достижения биотехнологии: Материалы Первой конф. Северо-Кавказского региона. — Ставрополь, 1995. — С. 9.

Вычислительные методы линейной алгебры: Тр. I Всесоюзной конференции. — Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1969.

Сборник задач по численным методам / Сост. Н.А. Стрелков. — Ярославль: Изд-во Яросл. ун-та, 1988.

Численный анализ на ФОРТРАНе / Под ред. В.В. Воеводина. Вып. 17. — М.: Изд-во МГУ, 1976.

— для статей в журналах, сборниках трудов и других коллективных публикациях: Автор. Название статьи // Журнал. — год. — №. — С. (номер первой — номер последней страницы).

Например:

Абрамов А.А. О численном решении некоторых алгебраических задач, возникающих в теории устойчивости // ЖВМ и МФ. — 1984. — № 3. — С. 339–347.

CONTENTS

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

Y. I. Dikansky, M. A. Bedzhanyan, O. V. Borisenko. Falling of a magnetic fluid drop in a rotating magnetic field 7

Y. I. Dikansky, A. R. Zakinyan. On the phase transition in a magnetic colloid under the action of electric field 15

R. G. Zakinyan, I. Y. Katorgin, N. E. Polyanskaya. Investigation of ascending current velocity distribution over the Stavropol region territory 22

R. G. Zakinyan, Y. A. Semenova, Y. A. Semenova. Development of the Ekman's theory of the atmospheric boundary layer at different isobars orientations 26

Y. I. Dikansky, A. R. Zakinyan, E. S. Tkacheva. Electrical properties of magnetodielectric emulsions in magnetic field 30

BIOLOGY

I. Evdokimov, M. Zolotoreva, D. Volodin, V. Somov. Analysis of processing whey and creation of perspective resource saving technologies 37

E. A. Manveljan, V. A. Baturin, N. A. Anisimova. Gender and circadian differences of effectiveness of diazepam on stressed rats in the «open field» 45

V. I. Shipulin, O. N. Nazarova. Theoretical and practical aspects of biotechnology meat with micro-particle whey protein. 55

TECHNICAL AND ENGINEERING SCIENCE

A. F. Chipiga. Analysis of opportunities for practical implementation of satellite communications on site spacecraft-earth at work at reduced frequencies 63

I. A. Pinahin, M. A. Yagmurov. Method volume pulsed lazer processing materials 72

V. V. Shishkin, S. V. Skorikov, A.V. Akinshina. Possibilities of fibre-reinforced cement composites using to restore the water supply pipeline 77

INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS

M. G. Babenko, N. N. Vershkova, N. N. Kucherov. Analysis approaches to construction of arithmetic coprocessors for problems of elliptic cryptography 85

M. G. Babenko, E. S. Kiyashko, N. N. Kucherov. Development of the algorithm coding alphabet by points of the elliptic curve 92

D. V. Mochalov. Suboptimal allocation algorithm software components (PC) distributed control system (DSC) telecommunications 100

D. V. Mochalov. A mathematical model of the system integration of software components (PC) distributed control system (DSC) telecommunication 106

EARTH SCIENCES

A. A. Likhovid, K. V. Kharin, K. Y. Shkarlet. Modern faunistic variety of land vertebral landscapes of Stavropol plateau 111

P. A. Didenko. Mark assessment of natural potential of landscapes (on the example of the steppe province of Stavropol Plateau) 117

A.A. Likhovid, M. V. Chernomurov, V. V. Grishin. Methodological apparatus thematic interpretation remote sensing in corridor of gas pipeline 124

A. V. Lysenko, D. S. Vodopyanova, D. S. Azanov. Ethnocontact zones in system of ethnocultural division into districts of the North Caucasus 130

D. J. Fedjunina. Influence of a human society on the geographical environment 138

MEDICINE, PHARMACOLOGY

T. P. Bondar, O. I. Anfinogenova. Registration of functional deviations cell system eritron method of computer morphometry 145

O. A. Butova. The functional approach in aspect of the innovations fundamental in medicine 151

HUMANITIES

V. S. Belozerov, A. A. Cherkasov. GIS–monitoring ethnic processes in Russia. 157

I. A. Babenko. Mimicking codes of death in poetry of the russian satirical drama at the second half of the XIX centure. 162

I. V. Dubrovina. The prospect of overcoming existential conflict in a drama of N. Kolyada 168

S. A. Ivanov. Analogy of criminal law as a method of overcoming of its corruptiongenic factors 176

N. P. Medvedev. The Science of History and Political Science: the Issue of the Grounds for the Synthesis 182

A. M. Pomortseva. Civilization break-up: the problem of conceptualization 193

PEDAGOGICS

S. Y. Ivanova. The problem of formation of Russian ideology of education and realization of its patriotic component in the educational space 199

I. M. Agibova, M. A. Bedzhanyan, O. A. Nechaeva, O. V. Fedina. Peculiarities of the research activity training of students of a direction of «Physicist» at the tutoring initial stage in higher school 206

Научное издание

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

2013

Выпуск 1

Редакторы: Копнина Н.Б., Ерицян Л.Г., Головкова Т.Ф.
Корректор: Немашкалов В.Г.
Компьютерная верстка: Полевич О.Г.

Подписано в печать 25.02.2013. Формат 70 х 108 1/16. Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 19,05. Уч-изд. л. 15,94. Тираж 1000 экз. Заказ №4.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе Северо-Кавказского федерального университета.
г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.