

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ОРЛОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 2

Орел 2009

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Редакционно-издательская коллегия:

Авдеев Ф.С. (главный научный редактор), Пузанкова Е.Н. (заместитель главного научного редактора), Белевитина Т.М. (ответственный редактор журнала), Дудина Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии), Зайченкова М.С., Золотарев Ю.В., Иванов А.Е., Изотов В.П., Исаева Н.И., Капустин А.Я., Колесникова А.Ф., Львова С.И., Минаков С.Т., Михеичева Е.А., Оскотская Э.Р., Пахарь Л.И., Пивень В.Ф., Репин О.А., Седов Е.Н., Серегина Т.В., Тер-Минасова С.Г., Тыртышников Е.Е., Уман А.И., Шабанов Н.К.

Серия «Естественные, технические и медицинские науки»

Редакционно-издательская коллегия серии:

Авдеев Ф.С. (главный научный редактор), Пузанкова Е.Н. (заместитель главного научного редактора), Белевитина Т.М. (ответственный редактор журнала), Дудина Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии), Ветров В. В., Вишневский В. И., Горпинич А.Б., Зарубин А.Н., Затолокин В.Д., Золотарев Ю.В., Калекин А.А., Колесникова А.Ф., Ладнова Г.Г., Оскотская Э.Р., Пивень В.Ф., Пузина Т.И., Сараева А.М., Снимщикова И.А., Федотова И.Э.

Учредитель —

ГОУ ВПО «Орловский государственный университет»
Адрес редакции: 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95,
Орловский государственный университет
Редакция журнала «Ученые записки ОГУ»
E-mail: e.puzankova@univ-orel.ru

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

<i>Н.А. Аксёнов</i>	Абстрактная задача Коши для дифференциально-операторного уравнения произвольного порядка с начальными условиями, имеющими однозначное соотношение с порядком уравнения	5
<i>Ю.В. Лобзина</i>	А.Ю. Давидов и Московское математическое общество	12
<i>П.В. Снурницын</i>	О средних значениях характеров Дирихле на множествах гауссовых чисел	19
<i>О.В. Савкова</i>	Начально-краевая задача для дифференциально-разностного уравнения смешанного типа с соизмеримым запаздыванием	24

ФИЗИКА

<i>Ю.В. Хрипунов, О.И. Марков</i>	Исследование поверхности монокристалла висмута сканирующим туннельным микроскопом . .	27
<i>О.И. Марков</i>	Магнитотермоэлектрическая добротность монокристаллов твердых растворов $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$.	38
<i>М. А. Тарасова, Т. С. Рогожина, Ю. В. Мосин</i>	Концепции технологии формирования межпредметных связей естественных наук	44
<i>В.Ф. Пивень, М.А. Фролов</i>	Влияние на дебит скважины полупроницаемой трещины (завесы) в пласте грунта	52

ХИМИЯ

<i>Э.Р. Оскотская, Н.Н. Басаргин, Е.Н. Грибанов</i>	Исследование структуры и свойств полимерных комплексообразующих сорбентов	63
<i>Н.Н. Басаргин, Э.Р. Оскотская, А.В. Осипова</i>	Прогнозирование параметров сорбции микроколичеств свинца сорбентами с о-, о'-диоксиазофункциональной аналитической группировкой	68

БИОЛОГИЯ

<i>Н.В. Бондарь</i>	Методологическое значение категорий целостности и направленности в анализе системной организации сердечно-сосудистых функций человека	74
<i>Н.В. Вышегородских</i>	Зоологические ядра как структурные элементы экологической сети (на примере Орловской области)	81
<i>Н.М. Державина, З.М. Покровская, Ж.Р. Силаева</i>	Онтогенез гаметофита <i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	92
<i>В.М. Казьмин, А.Г. Поляков</i>	Мероприятия, снижающие поступление радиоактивных веществ в культурные растения, произрастающие на зараженных территориях	102
<i>Е.С. Чувашева</i>	Фитонцидное воздействие комнатных растений на человека	105
<i>Е.И. Юшкова, А.А. Таканаев</i>	Вермикюльтура как источник биологически активных соединений для фармакологии и медицины	109
<i>А.А. Таканаев, Е.И. Юшкова</i>	Препараты биологической защиты растений на основе вытяжек из биогумуса	112

МЕДИЦИНА

<i>М.А. Евзельман, Н.А. Александрова, М.А. Макеева</i>	Головная боль при острых нарушениях мозгового кровообращения	115
--	--	-----

<i>М.А. Макеева, М.А. Евзельман, А.П. Яковлев, Н.А. Александрова</i>	Реология и инсульт	118
<i>Ю.А. Амелина, М.А. Евзельман, Т.М. Амелина</i>	Гомеостатические изменения при ишемическом инсульте	122
<i>О.А. Бувина, М.А. Евзельман</i>	Система реабилитационных мероприятий в острый период церебрального инсульта . . .	125
<i>Н.А. Александрова, М.А. Евзельман, М.В. Фоминова</i>	Сосудистые когнитивные расстройства у больных в острой фазе инсульта	129
<i>Е.О. Костикова</i>	Медицинская деятельность как деятельность в условиях обоснованного риска	132
<i>А.Ю. Золотарев, Т.А. Кузнецова</i>	Абдоминальный синдром у детей в неотложной педиатрической практике	142
<i>Т.А. Кузнецова, О.Г. Рязанцева</i>	Соматический статус и физическое развитие детей, воспитывающихся в интернатных условиях	148
<i>Р.Н. Степанова, Т.Н. Самофалкина, Е.В. Казакова</i>	Проблемы повторного абдоминального кесарева сечения	154
<i>Р.Н. Степанова, Л.П. Тарасова</i>	Сравнительная оценка клинической и экономической эффективности профилактики инфекционно-воспалительных осложнений кесарева сечения	159

ГЕОГРАФИЯ

<i>Л.И. Баранова-Шиикова</i>	Проблемы «восточной политики» между ЕС и СНГ	164
<i>Л.Н. Трофимец, А.В. Тарасов</i>	Метеорологический потенциал атмосферы в изменяющихся условиях увлажнения . . .	168
<i>А.В. Щербаков</i>	Развитие экологического туризма на примере национального парка «Орловское Полесье», негативное влияние туристической деятельности на окружающую среду . . .	176

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Г.А. Симонов, В.С. Никульников, Е.А. Атрохова, Ю.В. Фатеева</i>	Влияние стрессреактивности свиней на воспроизводительную, откормочную и мясную продуктивность	179
<i>В.С. Никульников, Е.А. Атрохова, А.И. Атрохов</i>	Улучшение мясных и откормочных качеств свиней путём скрещивания пород	182
<i>С.П. Сорокоумов</i>	Интеграционные связи системно-предметной организации формирования профессиональной компетенции почвоведов и учителей агротехнологии	186
<i>Л.Е. Тучкова</i>	Влияние объема нуклеусного улья на биоэкологическую активность пчел	190

Редакционно-издательская коллегия журнала «Ученые записки Орловского государственного университета» . . .	194
Редакционно-издательская коллегия серии «Естественные, технические и медицинские науки»	195
Требования к оформлению статьи	196

МАТЕМАТИКА

Н.А. АКСЁНОВ, аспирант кафедры геометрии
и методики преподавания математики
Орловского государственного университета
Тел. 89066610586; aksenovna@inbox.ru

АБСТРАКТНАЯ ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОРЯДКА С НАЧАЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ, ИМЕЮЩИМИ ОДНОЗНАЧНОЕ СООТНОШЕНИЕ С ПОРЯДКОМ УРАВНЕНИЯ

Задачи для дифференциально-операторных уравнений (задача Коши в том числе) являются объектом пристального внимания математиков на протяжении последнего полувека. В частности, этой проблематике посвящены работы таких авторов, как Э. Хилле, Р. Филлипс [11], В.К. Иванов, И.В. Мельникова, А.И. Филингов [7], В.П. Громов [4] и др. Настоящая работа продолжает дальнейшее обобщение и развитие теории дифференциально-операторных уравнений в произвольном локально выпуклом пространстве. При исследовании применяются характеристики линейного оператора (порядок и тип), введенные В.П. Громовым.

Ключевые слова: абстрактная задача Коши, дифференциально-операторное уравнение, локально выпуклое пространство, порядок и тип оператора, векторнозначная функция.

Пусть H — счетно-полное локально выпуклое пространство, топология которого определяется мультинормой $\{\|\cdot\|_p\}$, $p \in P$ и пусть $A: H \rightarrow H$ — линейный непрерывный оператор. Обозначим через $D_\infty(A) = \bigcap_{k \geq 0} D(A^k)$, где $D(A^k)$ — область определения оператора A^k , $k \geq 0$. Иными словами, под $D_\infty(A) \neq \emptyset$ понимается множество векторов пространства H , на которые оператор A действует бесконечно много раз.

Рассмотрим уравнение

$$\frac{d^m u}{dt^m} = Au, \quad (1)$$

в котором $m \in \mathbb{N}$, а $u(t) : \mathbb{C} \rightarrow H$ — векторнозначная функция [8]. Для уравнения (1) ставится абстрактная задача Коши¹: найти решение уравнения (1), удовлетворяющее начальным условиям

$$\left. \frac{d^{q_i} u}{dt^{q_i}} \right|_{t=a} = x_i, \quad x_i \in D_\infty(A), \quad a \in \mathbb{C}, \quad i = \overline{0, m-1}, \quad (2)$$

где $q_i, i = \overline{0, m-1}$ — элементы m -элементного числового множества M , образованного целыми неотрицательными числами. При этом числа q_i подчинены следующему условию: все они либо меньше m , либо больше или равны m , то есть порядки всех производных в начальных условиях (2) однозначно соотносятся с порядком уравнения (1).

Из приведенного условия и теоремы о делении с остатком вытекает, что множество M имеет вид: $M = \{q_i = ml_i + k_i\}$, где $0 \leq l_i \leq l_{i+1}, i = \overline{0, m-2}$, а $0 \leq k_i \leq m-1, i = \overline{0, m-1}$. В том случае, когда для некоторых (или для всех) i имеем $l_i = l_{i+1}$, то $k_i < k_{i+1}$. А если $l_i < l_{i+1}$ (для некоторых или для всех i), то $k_i \neq k_{i+1}$. Тогда начальные условия (2) принимают вид:

$$\left. \frac{d^{ml_i+k_i} u}{dt^{ml_i+k_i}} \right|_{t=a} = x_i, \quad x_i \in D_\infty(A), \quad a \in \mathbb{C}, \quad i = \overline{0, m-1}. \quad (3)$$

Введем множество

$$M_a = \{x \in D_\infty(A) : \beta_p(x) \leq m, \forall p, \text{ при } \beta_p(x) = m, \forall p \alpha(x) < \infty\},$$

которое будем называть множеством начальных данных задачи. Здесь $\beta_p(x)$ — операторный p -порядок вектора x относительно оператора A , $\alpha(x)$ — операторный тип вектора x относительно оператора A [2, 3].

Справедлива следующая теорема. Пусть существуют векторы $y_i \in H$ такие, что $x_i = A^{l_i}(y_i)$, которые мы будем обозначать через $A^{-l_i}(x_i), i = \overline{0, m-1}$, где A^{-l_i} — оператор, обрат-

ный к оператору A^{l_i} . Тогда $\forall x_i \in M_a, i = \overline{0, m-1}$, абстрактная задача Коши (1), (3) имеет единственное решение. Оно является голоморфной в окрестности точки a вектор-функцией $u(t)$ со значениями в H и определяется формулой

$$u(t) = \sum_{i=0}^{m-1} u_i(t, x_i), \quad (4)$$

где

$$u_i(t, x_i) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i}, \quad (5)$$

причём:

1) если $\beta_p(x_i) < m, \forall p, i = \overline{0, m-1}$, то $u(t)$ — целая вектор-функция, p -порядки роста которой определяются равенствами

$$\rho_p(u) = \max_{0 \leq i \leq m-1} \{\rho_p(u_i)\}, \quad \rho_p(u_i) = \frac{m}{m - \beta_p(x_i)}, \quad (6)$$

а её p -типы роста равны p -типам функции $u_i(t, x_i)$, p -порядки роста которой равны $p_p(u)$; если же таких несколько, то

$$\sigma_p(u) = \max_{(s)} \{\sigma_p(u_s)\}, \quad (7)$$

$$\sigma_p(u_s) = \frac{m - \beta_p(x_s)}{e} \left(\frac{e}{m} \right)^{\frac{m}{m - \beta_p(x_s)}} (\alpha_p(x_s))^{\frac{1}{m - \beta_p(x_s)}},$$

где $u_s(t)$ — функции, имеющие одинаковые p -порядки $p_p(u_s) = p_p(u)$, а $\alpha_p(x_s)$ — операторный p -тип вектора x_s относительно оператора A [2, 3];

2) если же существует хотя бы один вектор x_p , на котором $\beta_p(x_i) = m, \forall p, 0 < \alpha(x_i) < \infty$, то $u(t)$ — голоморфная в круге $|t-a| < R$ вектор-функция,

$$R = \frac{m}{e} \inf_{(i)} \left\{ \left(\frac{1}{\alpha(x_i)} \right)^{1/m} \right\}, \quad (8)$$

где $\alpha(x_i)$ — операторный тип вектора x_i .

¹ Задачу Коши мы называем абстрактной, поскольку решение её строится в абстрактном пространстве, для произвольного линейного непрерывного оператора, а также по причине «нетрадиционного» для задачи Коши начального условия.

Замечание 1. Если $\exists p_0 : \beta_{p_0}(x_i) = m$, то можно считать, что $\beta_p(x_i) = m, \forall p$. Действительно, в монографии [6] приведена теорема: Пусть оператор A имеет p -порядки β_p и порядок β . Если для некоторого $p_0 \in P$ $\beta_{p_0} = b \leq \beta$, то можно выбрать такую мультинорму в H , эквивалентную исходной, что $b \leq \beta_p \leq \beta, \forall p$. В [6] также отмечено, что эта теорема справедлива применительно и к операторным порядкам фиксированного вектора. Учитывая, что $x_i \in M_a$, имеем $\beta_p(x_i) \leq m, \forall p$. Поэтому, если $\exists p_0 : \beta_{p_0}(x_i) = m$, в силу сказанного выше можно считать, что $\beta_p(x_i) = m, \forall p$.

Предварим доказательство теоремы рассмотрением двух вспомогательных утверждений.

Лемма 1. Пусть $\beta_p(x_i) < m, \forall p$. Тогда ряд (5) сходится абсолютно по топологии пространства H в каждой точке $t \in \mathbb{C}$ и определяет целую вектор-функцию $u_i(t, x_i)$, характеристики роста которой задаются равенствами

$$\rho_p(u_i) = \frac{m}{m - \beta_p(x_i)}, \quad \forall p \quad (9)$$

$$\sigma_p(u_i) = \frac{m - \beta_p(x_i)}{e} \left(\frac{e}{m} \right)^{\frac{m}{m - \beta_p(x_i)}} (\alpha_p(x_i))^{\frac{1}{m - \beta_p(x_i)}}, \quad \forall p. \quad (10)$$

Доказательство. В работе С.Н. Мишина [9] и монографии [6] приведена оценка

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon, x), \forall n : \|A^n(x)\|_p < C_p(\varepsilon, x) n^{(\beta_p(x) + \varepsilon)n}, \quad (11)$$

вытекающая из определения операторного p -порядка вектора относительно оператора. Применяя оценку (11) к общему члену ряда (5), а затем формулу Стирлинга [10]

$$n! = \sqrt{2\pi n} e^{-n} e^{\Theta/(12n)}, \quad 0 < \Theta < 1, \quad (12)$$

получаем

$$\begin{aligned} \frac{\|A^{n-l_i}(x_i)\|_p}{(mn+k_i)!} &\leq \frac{\|A^{n-l_i}(x_i)\|_p}{(mn)!} < \frac{C_p(\varepsilon)(n-l_i)^{(\beta_p(x_i)+\varepsilon)(n-l_i)}}{(mn)!} \leq \\ &\leq C_p(\varepsilon) \frac{e^{mn} n^{(\beta_p(x_i)-m+\varepsilon)n-l_i(\beta_p(x_i)+\varepsilon)}}{m^{mn}} \left(1 - \frac{l_i}{n}\right)^{(\beta_p(x_i)+\varepsilon)\left(1-\frac{l_i}{n}\right)n}, \\ &\forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall n > n_0(p, \varepsilon). \end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \overline{mn+k_i} \sqrt[n]{\frac{\|A^{n-l_i}(x_i)\|_p}{(mn+k_i)!}} &\leq \\ &\leq \lim_{n \rightarrow \infty} \overline{mn+k_i} \sqrt[n]{C_p(\varepsilon) \frac{e^{mn} n^{(\beta_p(x_i)-m+\varepsilon)n-l_i(\beta_p(x_i)+\varepsilon)}}{m^{mn}} \left(1 - \frac{l_i}{n}\right)^{(\beta_p(x_i)+\varepsilon)\left(1-\frac{l_i}{n}\right)n}} = \\ &= \frac{e}{m} \lim_{n \rightarrow \infty} n^{\frac{\beta_p(x_i)+\varepsilon}{m}-1} = 0, \end{aligned} \quad (13)$$

поскольку по условию $\beta_p(x_i) < m, \forall p$, а ε — произвольное сколь угодно малое число.

Из (13) и аналога формулы Коши—Адамара [8]

$$r_p = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\|x_n\|_p}}, \quad r = \inf_{(p)} r_p, \quad (14)$$

где r и x_n — соответственно радиус сходимости и

коэффициенты ряда $\sum_{n=0}^{\infty} x_n t^n$, задающего вектор-

функцию $v(t)$, следует, что ряд (5) сходится абсолютно по топологии пространства H на всей комплексной плоскости и определяет целую вектор-функцию $u_i(t)$. Вычислим её характеристики роста, используя формулы [5]:

$$\begin{aligned} \rho_p(v) &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n \ln n}{n \ln n - \ln \|x_n\|_p}, \quad (\sigma_p(v) e \rho_p(v))^{\frac{1}{\rho_p(v)}} = \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} n^{\frac{1}{\rho_p(v)}} \sqrt[n]{\|x_n\|_p}, \quad \forall p. \end{aligned} \quad (15)$$

Привлекая (12) и первую из формул (15), находим

$$\begin{aligned} \rho_p(u_i) &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(mn+k_i) \ln(mn+k_i)}{\ln(mn+k_i)! - \ln \|A^{n-l_i}(x_i)\|_p} = \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(mn+q_i) \ln(mn+q_i)}{\ln(mn+q_i)! - \ln \|A^n(x_i)\|_p} = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln(mn + q_i)!}{(mn + q_i) \ln(mn + q_i)} - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln \|A^n(x_i)\|_p}{n \ln n} \frac{n \ln n}{(mn + q_i) \ln(mn + q_i)}} =$$

$$= \frac{m}{m - \beta_p(x_i)},$$

так как по определению $\beta_p(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln \|A^n(x)\|_p}{n}$ (см. [9]).

Итак, установлена формула (9). Докажем формулу (10). В силу (12) и второй из формул (15) имеем

$$\left(\sigma_p(u_i) e^{\frac{m}{m - \beta_p(x_i)}} \right)^{\frac{m - \beta_p(x_i)}{m}} =$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} (mn + k_i)^{\frac{m - \beta_p(x_i)}{m}} \sqrt[mn + k_i]{\left\| \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn + k_i)!} \right\|_p} =$$

$$= e \lim_{n \rightarrow \infty} (mn + q_i)^{-\frac{\beta_p(x_i)}{m}} \sqrt[mn + k_i]{\|A^n(x_i)\|_p} =$$

$$= e \lim_{n \rightarrow \infty} n^{-\frac{\beta_p(x_i)}{m}} \left(m + \frac{q_i}{n} \right)^{-\frac{\beta_p(x_i)}{m}} \left(\|A^n(x_i)\|_p^{\frac{1}{n}} \right)^{\frac{1}{m + \frac{q_i}{n}}} =$$

$$= em^{-\frac{\beta_p(x_i)}{m}} \lim_{n \rightarrow \infty} \left(n^{-\beta_p(x_i)} \sqrt[n]{\|A^n(x_i)\|_p} \right)^{\frac{1}{m}} =$$

$$= em^{-\frac{\beta_p(x_i)}{m}} (\alpha_p(x_i))^{\frac{1}{m}},$$

так как по определению (см. [9])

$$\alpha_p(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} n^{-\beta_p(x)} \sqrt[n]{\|A^n(x)\|_p}.$$

Таким образом,

$$\left(\sigma_p(u_i) e^{\frac{m}{m - \beta_p(x_i)}} \right)^{\frac{m - \beta_p(x_i)}{m}} = em^{-\frac{\beta_p(x_i)}{m}} (\alpha_p(x_i))^{\frac{1}{m}}.$$

Преобразовывая последнее равенство, приходим к формуле (10).

Лемма доказана.

Замечание 2. При $\beta_p(x_i) > m$, $\forall p$ ряд (5) сходится в единственной точке $t = a^1$.

Действительно, применяя к общему члену ряда (5) оценку [6, 9]

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall C, \exists n_s \rightarrow \infty : \|A^{n_s}(x)\|_p >$$

$$> C n_s^{(\beta_p(x) - \varepsilon)n_s},$$

которая также следует из определения операторного p -порядка вектора относительно оператора, можно показать, что

$$\lim_{n_s \rightarrow \infty} \sqrt[mn_s + k_i]{\left\| \frac{A^{n_s - l_i}(x_i)}{(mn_s + k_i)!} \right\|_p} \geq \frac{e}{m} \lim_{n_s \rightarrow \infty} n_s^{\frac{\beta_p(x_i) - \varepsilon}{m} - 1}. \quad (16)$$

Из оценки (16), в силу (14) и произвольности ε , при $\beta_p(x_i) > m$, $\forall p$ имеем $r = 0$, откуда и следует сходимость ряда (5) в единственной точке $t = a$.

Лемма 2. Пусть $\beta_p(x_i) = m$, $\forall p$, $0 < \alpha(x_i) < \infty$.

Тогда ряд (5) сходится в круге $|t - a| < R_i$, где R_i вычисляется по формуле

$$R_i = \frac{m}{e} \left(\frac{1}{\alpha(x_i)} \right)^{1/m}. \quad (17)$$

Доказательство. Пусть выполняются условия леммы. Тогда $0 < \alpha_p(x_i) < \infty$, $\forall p$. В этом случае

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[mn + k_i]{\left\| \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn + k_i)!} \right\|_p} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[mn + q_i]{\left\| \frac{A^n(x_i)}{(mn + q_i)!} \right\|_p} =$$

$$= e \lim_{n \rightarrow \infty} (mn + q_i)^{-1} \left(\sqrt[n]{\|A^n(x_i)\|_p} \right)^{\frac{1}{m}} =$$

$$= e \lim_{n \rightarrow \infty} \left(n^{-m} \left(m + \frac{q_i}{n} \right)^{-m} \sqrt[n]{\|A^n(x_i)\|_p} \right)^{\frac{1}{m}} =$$

$$= \frac{e}{m} \lim_{n \rightarrow \infty} \left(n^{-\beta_p(x_i)} \sqrt[n]{\|A^n(x_i)\|_p} \right)^{\frac{1}{m}} = \frac{e}{m} (\alpha_p(x_i))^{\frac{1}{m}}.$$

Обращаясь к формуле (14), из последнего соотношения находим

$$r_p = \frac{m}{e} \left(\frac{1}{\alpha_p(x_i)} \right)^{1/m}, \quad R_i = \inf_{(p)} r_p = \frac{m}{e} \left(\frac{1}{\alpha(x_i)} \right)^{1/m}.$$

Лемма доказана.

¹ Аналогично тому, как это было сделано выше, нетрудно показать, что если $\exists p_0 \in P : \beta_{p_0}(x_i) = b, b > m$, то $\beta_p(x_i) > m, \forall p$.

Замечание 3. Если $\beta_p(x_i) = m, \forall p, \alpha(x_i) = 0$, то ряд (5) сходится абсолютно по топологии пространства H на всей комплексной плоскости и определяет целую вектор-функцию.

Замечание 4. Если $\beta_p(x_i) = m, \forall p, \alpha(x_i) = \infty$, ряд (5) сходится в единственной точке $t = a$.

Доказательство теоремы. На основании доказанных выше лемм 1 и 2 ряды (5) сходятся абсолютно по топологии пространства H и представляют аналитические функции $u_i(t)$, поэтому их можно почленно дифференцировать любое число раз.

Тогда для всех $i = \overline{0, m-1}$

$$\begin{aligned} \frac{d^m u_i}{dt^m} &= \frac{d^m}{dt^m} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} = \\ &= \frac{d^m}{dt^m} \left(\frac{A^{-l_i}(x_i)}{k_i!} (t-a)^{k_i} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right) = \\ &= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn-m+k_i)!} (t-a)^{mn-m+k_i} = A \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} = Au_i, \end{aligned}$$

следовательно,

$$\frac{d^m u}{dt^m} = \frac{d^m}{dt^m} \sum_{i=0}^{m-1} u_i = \sum_{i=0}^{m-1} \frac{d^m u_i}{dt^m} = A \sum_{i=0}^{m-1} u_i = Au,$$

то есть $u(t)$ — решение уравнения (1). Проверим далее выполнение начальных условий.

1. Пусть $l_i = 0, i = \overline{0, m-1}$. Тогда $q_i = k_i, i = \overline{0, m-1}$, поэтому

$$\begin{aligned} \left. \frac{d^{k_i} u_i}{dt^{k_i}} \right|_{t=a} &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^n(x_i)}{(mn)!} (t-a)^{mn} \Big|_{t=a} = x_i + \\ &+ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A^n(x_i)}{(mn)!} (t-a)^{mn} \Big|_{t=a} = x_i. \end{aligned}$$

2. Пусть $l_i \neq 0, i = \overline{0, m-1}$. Тогда

$$\begin{aligned} \left. \frac{d^{ml_i+k_i} u_i}{dt^{ml_i+k_i}} \right|_{t=a} &= \left. \frac{d^{ml_i+k_i}}{dt^{ml_i+k_i}} \sum_{n=0}^{l_i-1} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right|_{t=a} + \\ &+ \left. \frac{d^{ml_i+k_i}}{dt^{ml_i+k_i}} \sum_{n=l_i}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right|_{t=a} = \\ &= \sum_{n=l_i}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(m(n-l_i))!} (t-a)^{m(n-l_i)} \Big|_{t=a} = \end{aligned}$$

$$= x_i + \sum_{n=l_i+1}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(m(n-l_i))!} (t-a)^{m(n-l_i)} \Big|_{t=a} = x_i, \\ i = \overline{0, m-1}.$$

Здесь было учтено, что при $0 \leq n \leq l_i - 1$ справедлива цепочка неравенств $k_i \leq mn + k_i \leq ml_i + k_i - m < ml_i + k_i$, поэтому при $0 \leq n \leq l_i - 1$ имеем

$$\frac{d^{ml_i+k_i}}{dt^{ml_i+k_i}} (t-a)^{mn+k_i} = 0.$$

Покажем, что

$$\left. \frac{d^{ml_j+k_j} u_i}{dt^{ml_j+k_j}} \right|_{t=a} = 0, \quad 0 \leq k_j \leq m-1, \quad i \neq j, \quad i, j = \overline{0, m-1}.$$

1) Пусть $k_j < k_i$. Тогда

$$\begin{aligned} \left. \frac{d^{ml_j+k_j} u_i}{dt^{ml_j+k_j}} \right|_{t=a} &= \left. \frac{d^{ml_j+k_j}}{dt^{ml_j+k_j}} \sum_{n=0}^{l_j-1} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right|_{t=a} + \\ &+ \left. \frac{d^{ml_j+k_j}}{dt^{ml_j+k_j}} \sum_{n=l_j}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right|_{t=a} = 0. \end{aligned}$$

Действительно, при $0 \leq n \leq l_j - 1$ имеем цепочку неравенств $k_i \leq mn + k_i \leq ml_j + k_i - m \leq ml_j - 1 < ml_j + k_j, \forall k_i, k_j : 0 \leq k_j < k_i \leq m-1$, поэтому

$$\frac{d^{ml_j+k_j}}{dt^{ml_j+k_j}} \sum_{n=0}^{l_j-1} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} = 0.$$

Если же $n \geq l_j$, то $mn + k_i \geq ml_j + k_i > ml_j + k_j$, значит,

$$\left. \frac{d^{ml_j+k_j}}{dt^{ml_j+k_j}} \sum_{n=l_j}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right|_{t=a} = 0.$$

2) Пусть $k_j > k_i$. В этом случае

$$\begin{aligned} \left. \frac{d^{ml_j+k_j} u_i}{dt^{ml_j+k_j}} \right|_{t=a} &= \left. \frac{d^{ml_j+k_j}}{dt^{ml_j+k_j}} \sum_{n=0}^{l_j} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right|_{t=a} + \\ &+ \left. \frac{d^{ml_j+k_j}}{dt^{ml_j+k_j}} \sum_{n=l_j+1}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right|_{t=a} = 0. \end{aligned}$$

В самом деле, при $0 \leq n \leq l_j$ имеем $k_i \leq mn + k_i \leq ml_j + k_i \leq ml_j + k_j$, причём эти неравенства справедливы $\forall k_i, k_j : 0 \leq k_i < k_j \leq m-1$. Отсюда очевидно:

$$\frac{d^{ml_j+k_j}}{dt^{ml_j+k_j}} \sum_{n=0}^{l_j} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} = 0.$$

Наконец, при $n \geq l_j + 1$ находим $mn + k_i \geq ml_j + k_i + m$, поэтому $mn + k_i - ml_j - k_j \geq m + k_i - k_j \geq 1$, $\forall k_i, k_j : 0 \leq k_i < k_j \leq m-1$. Следовательно,

$$\left. \frac{d^{ml_j+k_j}}{dt^{ml_j+k_j}} \sum_{n=l_j+1}^{\infty} \frac{A^{n-l_i}(x_i)}{(mn+k_i)!} (t-a)^{mn+k_i} \right|_{t=a} = 0.$$

Приведённые рассуждения доказывают, что векторнозначная функция $u(t)$ удовлетворяет начальным условиям (3).

Единственность решения задачи (1), (3) есть следствие его голоморфности.

Теорема доказана.

Следствие 1. Легко видеть, что при $m = l$ $q_0 = l_0 = k$, поэтому задача (1), (3) принимает вид

$$\frac{du}{dt} = Au, \quad \left. \frac{d^k u}{dt^k} \right|_{t=a} = x. \quad (18)$$

Из (4)–(5) следует, что решение задачи (18) записывается рядом

$$u(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^{n-k}(x)}{n!} (t-a)^n.$$

Этот результат был получен нами ранее (см. [1]) и является частным случаем задачи (1), (3).

Следствие 2. Отметим ещё один частный случай, наиболее часто встречающийся на практике.

Пусть все элементы множества M меньше m .

Тогда $l_i = 0$, $q_i = k_i = k$, $0 \leq k \leq m-1$, $\forall i = \overline{0, m-1}$, то есть имеем задачу Коши

$$\frac{d^m u}{dt^m} = Au, \quad \left. \frac{d^k u}{dt^k} \right|_{t=a} = x_k, \quad x_k \in D_{\infty}(A), \quad a \in \mathbb{C},$$

$$k = \overline{0, m-1}.$$

Согласно (4)–(5) эта задача имеет решение вида

$$u(t) = \sum_{k=0}^{m-1} u_k(t, x_k),$$

$$u_k(t, x_k) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^n(x_k)}{(mn+k)!} (t-a)^{mn+k}.$$

При $a = 0$ приведенная здесь задача Коши рассматривалась ранее в работе В.П. Громова [4].

Библиографический список

1. Аксёнов Н.А. Об одном обобщении задачи Коши для линейного дифференциально-операторного уравнения первого порядка // Сборник трудов Всероссийской заочной научно-практической конференции «Современная математика и проблемы математического образования». — Орёл: ГОУ ВПО «ОГУ». — С. 29–35.
2. Громов В.П. Порядок и тип линейного оператора и разложение в ряд по собственным функциям // ДАН СССР, 1986. — Т. 228. — № 1. — С. 27–31.
3. Громов В.П. Порядок и тип оператора и целые векторнозначные функции // Ученые записки ОГУ. — Орел, 1999. Вып. 1. — С. 6–23.
4. Громов В.П. Операторный метод решения линейных уравнений // Ученые записки ОГУ. — Орел, 2002. Вып. 3. — С. 4–36.
5. Громов В.П. Целые векторнозначные функции со значениями в локально выпуклом пространстве и их применение // Ученые записки ОГУ. — Орел, 2003. Вып. 4. — С. 4–24.
6. Громов В.П., Мишин С.Н., Панюшкин С.В. Операторы конечного порядка и дифференциально-операторные уравнения. Монография. — Орел: ОГУ, 2009. — 430 с.
7. Иванов В.К., Мельникова И.В., Филинков А.И. Дифференциально-операторные уравнения и некорректные задачи. — М.: Физматлит, 1995. — 176 с.
8. Ле Хай Хой. Векторнозначные функции и дифференциальные операторы бесконечного порядка. — Ростов-на-Дону: РГУ, 1981. — 54 с.

9. Мишин С.Н. Порядок и тип оператора и последовательности операторов, действующих в локально выпуклых пространствах // Ученые записки ОГУ. — Орел, 2002. Вып. 3. — С. 47–99.
10. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В трех томах. Том II. — СПб.: Издательство «Лань», 1997. — 800 с.
11. Хилле Э., Филиппс Р. Функциональный анализ и полугруппы. — М.: Наука, 1962. — 829 с.

N.A. AKSYONOV

ABSTRACT CAUCHY PROBLEM FOR A DIFFERENTIAL-OPERATOR EQUATION OF ARBITRARY ORDER WITH ENTRY CONDITIONS, HAVING STANDARDIZED RELATIONSHIP WITH ORDER OF EQUATION

Problems for the differential-operator equations (including Cauchy problem) are the object of great attention of mathematicians during the last half of century. In particular, this range of problems are devoted the works by E. Hille, R. Phillips [11], V.K. Ivanov, I.V. Melnikova, A.I. Philinkov [7], V.P. Gromov [4] and other authors. This work continues further generalization and development of differential-operator equations theory in arbitrary locally convex space. The investigation uses characteristics of linear operator (order and type), introduced by V.P. Gromov.

Ю.В. ЛОБЗИНА, аспирант кафедры геометрии и методики преподавания математики
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 77-78-25; yvlobzina@mail.ru

А.Ю. ДАВИДОВ И МОСКОВСКОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

Статья приурочена к 145-летию со дня основания Московского математического общества (1864 г.) — первого научного сообщества профессионалов-математиков Москвы. Представлены некоторые биографические данные первого президента Общества А.Ю. Давидова; отмечается его особый вклад в организацию деятельности Общества в первые годы существования.

Ключевые слова: Московское математическое общество, «Математический сборник», А.Ю. Давидов.

Август Юльевич Давидов — учёный-математик XIX века, занимавшийся вопросами механики, математического анализа, теории вероятностей.

А.Ю. Давидов (15.12.1823–22.12.1885) родился в уездном городе Либава Курляндской губернии. Начальное образование получил в семье под руководством отца, Юлия Петровича Давидова. Семья Давидовых была образцом крепких и высоконравственных отношений. Ю.П. Давидов, по свидетельству его современников, был строгим и педантичным, обладал серьезной наставительной речью, скрывал в себе гуманные чувства и глубокую житейскую мудрость [3]. Дети Давидовых изучали науки, занимались музыкой, воспитывались в атмосфере любви и заботы. Вероятно, такое семейное воспитание послужило развитию их многогранных талантов и укреплению положительных черт характера. Так, один из братьев, Карл Юльевич Давидов (1838–1889), хотя и получил математическое образование в Московском университете, но посвятил себя музыке. Он стал известным виолончелистом, композитором, профессором музыки Лейпцигской консерватории, профессором истории музыки Петербургской консерватории.

Август Юльевич Давидов был выпускником второго отделения философского (с 1850 г. — физико-математического) факультета Московского университета. В 1848 году он получил степень магистра математических наук за сочинение «Теория равновесия тел, погруженных в жидкость», в 1852 году — степень доктора математических наук за диссертацию «Определение вида поверхности жидкости, заключенной в сосуде». В 1853 году А.Ю. Давидов стал экстраординарным профессором прикладной математики, в 1859 году — ординарным профессором Московского университета. В течение 13 лет (1863–1873, 1878–1880) А.Ю. Давидов был деканом физико-математического факультета Московского университета.

В 1850 году в Московском университете Август Юльевич начал педагогическую деятельность. С 1863 года он работал и в Попечительском совете Московского учебно-

го округа: принимал активное участие в составлении университетских программ по математике для абитуриентов; составлял подробные отчеты о письменных экзаменационных работах воспитанников гимназий округа.

Одной из величайших заслуг А.Ю. Давидова признается его активное участие в учреждении и организации деятельности Московского математического общества (1864 г.).

Впервые математическое общество в Москве было создано в 1810 году семьей Муравьевых. На квартире Муравьевых в Москве читались бесплатные лекции по математике и военным наукам для студентов-математиков Московского университета и их преподавателей. Николай Николаевич Муравьев, учёный, математик, военный деятель, был председателем этого общества, его сын Михаил Муравьев — вице-председателем. В 1812 году деятельность этого математического общества была прервана. Оно возродилось только в 1815 году, однако опять просуществовало недолго, поскольку в Москве почти не было профессиональных математиков.

Ситуация изменилась к середине XIX века. С 1834 года в Московском университете начали преподавать Николай Ефимович Зернов, первый математик, публично защитивший в России докторскую диссертацию по математике; Николай Дмитриевич Брашман, получивший награды Петербургской Академии наук за математические исследования (1835, 1837 гг.), ставший членом-корреспондентом Академии наук (1855 г.). Благодаря Н.Е. Зернову и Н.Д. Брашману преподавание математики в Московском университете вышло на новый уровень, в частности существенно возросло качество математической подготовки студентов. Среди учеников Н.Е. Зернова и Н.Д. Брашмана наибольших успехов в математике достигли Осип Иванович Сомов (выпускник 1835 г., математик, механик, профессор Петербургского университета с 1847 г., академик Петербургской Академии наук с 1862 г.); Пафнутий Львович Чебышев (выпускник 1841 г., математик, механик, профессор Петербургского университета с 1850 г., академик Петербургской Акаде-

мии наук с 1856 г.); Август Юльевич Давидов (выпускник 1845 г.); Николай Васильевич Бугаев (выпускник 1859 г., математик, профессор Московского университета с 1866 г.).

В 1863 году был принят новый устав, который также способствовал поднятию престижа математических наук в Москве. В Московском университете произошло значительное расширение объема преподавания физико-математических наук и увеличение числа математических кафедр. Были приняты меры к подготовке нового профессорско-преподавательского состава физико-математического факультета. «Если раньше чистую и прикладную математику в Московском университете читали только 2 профессора, то с 1864 года предполагалось иметь по кафедре чистой математики 2–3 профессоров при том же количестве доцентов и отдельных профессоров по теоретической и практической механике» [4, с. 194]. Это обстоятельство и способствовало, вероятно, объединению математиков для взаимного обсуждения математических вопросов, облегчения занятий наукой. Благодаря такому общению повышался интерес к математике.

В 1864 году молодые московские математики, решив объединиться по инициативе Августа Юльевича Давидова, обратились за поддержкой к авторитетнейшему заслуженному профессору математики университета Н.Д. Брашману. К этому времени А.Ю. Давидов уже был 40-летним профессором Московского университета, читавшим курсы теории вероятностей, элементарной механики, математического анализа. С помощью Николая Дмитриевича Брашмана был организован кружок московских математиков, основным ядром которого стали преподаватели физико-математического факультета Московского университета А.Ю. Давидов, Ф.А. Бредихин, В.Я. Цингер и др.

А.Ю. Давидов считался не только лучшим знатоком разделов чистой и прикладной математики, но и старался воспитать достойных учеников, которые бы после окончания университета продолжали заниматься математикой. Вот как он выражал своё отношение к студентам: «Я любил учащуюся молодежь, старался быть ей полезным

чем только мог. Слушатели мои это осознали и платили мне своей привязанностью» [2, с. 36]. Своим умением мастерски излагать материал А.Ю. Давидов, вероятно, воспитал у многих студентов стремление к дальнейшему профессиональному служению математике. Его особое отношение к преподаваемому предмету и слушателям отмечали его современники. Вот как вспоминал лекции профессора А.Ю. Давидова его ученик Алексей Васильевич Летников: «Припоминаю чувство какого-то страха перед величием тех чудных истин, которые Вы вводили в наше понимание Вашим мастерским и увлекательным изложением. Не умею иначе назвать как благоговейным страхом то чувство, которое испытывали мы, еще мало знавшие юноши, когда нам сделалось ясно, что мы можем сознательно участвовать в том тайном процессе мысли, который привёл мощный ум Лапласа к его величественным открытиям. Подобного рода впечатления, павшие на юную душу, делаются семенем, из которого нередко вырастает целое жизненное служение науке. Вы были этим сеятелем, Август Юльевич, и никогда Ваши ученики не забудут, что они приняли от Вас семена той высшей духовной жизни, которая составила источник их величайших наслаждений» [2, с. 22].

А.Ю. Давидов понимал большое значение математики и ясно осознал упрочившееся положение науки в России, отмечая, что «наука пустила глубокие корни в нашем отечестве, математика стала нашей родной наукой. В то время, когда другие отрасли человеческих знаний находились у нас еще на первой ступени своего развития, — математика у нас уже высоко держала свое знамя. Достаточно указать в этом отношении на Лобачевского, учёного, стоявшего не только на уровне современной ему науки, но и опередившего её во многом. ... Когда другие науки делали только первые, неуверенные и неопытные шаги, имена Остроградского и Буняковского уже гремели в учёном мире и пользовались заслуженным и всеми признанным авторитетом. ... В настоящее время нами завоёваны целые области, которые разрабатываются преимущественно у нас. Не указывают ли эти факты, что математика нашла в нашем оте-

честве удобную для себя, плодотворную почву?» [2, с. 26].

Огромное значение придавали математике и другие русские учёные-математики. В частности, П.Л. Чебышев говорил: «Кроме высокого значения математики в деле общего образования и пользы ее практических применений эта наука для нас, русских, представляет особенный интерес: это — наука, к которой, по отзыву иностранных учёных и по истории образования в нашем отечестве, мы, русские, имеем особое призвание, и по этой науке, в большей или меньшей степени, мы можем состязаться с иностранцами» [5, с. 401].

Таким образом, к 60-м гг. XIX в. в Москве значительно возросло число представителей математических наук, большинство из которых были связаны именно с Московским университетом, укрепилось осознание важности математических исследований, назрела необходимость создания некоторого математического сообщества.

И 15 сентября 1864 года в квартире А.Ю. Давидова состоялось первое заседание кружка московских математиков, на котором Август Юльевич высказал мысль «о важности соединения учёных, работающих над одной наукою, о необходимости взаимной помощи при недоразумениях, возникающих в учебных работах, о пользе разделения труда, который требуется для того, чтобы иметь возможность следить за тем, что делается и открывается нового в науке» [2, с. 24], и тем самым определил цели кружка.

В 1866 году кружок математиков подал прошение об официальном утверждении в качестве Московского математического общества. Был разработан проект устава Общества и передан на рассмотрение Учёного комитета 7 декабря 1866 года.

В начале 1867 года устав Общества был утвержден, 27 февраля 1867 года президентом Общества избрали Августа Юльевича Давидова. Всеми членами Общества признавались выдающиеся способности Августа Юльевича. Алексей Васильевич Летников говорил: «По таланту, по ко-

личеству знаний, по необычайной силе математического разума Вы были головой выше всех остальных членов молодого общества» [2, с. 24]. А.Ю. Давидов действительно был одним из самых опытных учёных в Московском математическом обществе. К моменту его официального утверждения учёный был известен не только в России, но и в Европе своими замечательными работами по механике: «Теория капиллярных явлений» (1851 г.), «Устройство и действие паровых машин» (1854 г.), «Замечание к теории капиллярности» (1856 г.), «О наибольшем числе положений равновесия плавающей трехгранной призмы» (1856 г.). За работы по механике А.Ю. Давидов дважды удостоивался Демидовских премий Петербургской академии наук (1848, 1851 гг.). Им были написаны также работы по теории вероятностей: «Приложение теории вероятностей к медицине» (1854 г.), «Приложение теории вероятностей к статистике» (1855 г.). А.Ю. Давидов был первым в Московском университете, кто разработал и читал курс теории вероятностей. Таким образом, своими успехами в разносторонних математических исследованиях Август Юльевич Давидов завоевал высокий авторитет у своих коллег.

Остальные математики Общества в момент его основания, за исключением профессора Н.Д. Брашмана, были учениками Августа Юльевича, которым многому нужно было учиться. На заседаниях Московского математического общества создавались благоприятные условия для развития и совершенствования умений математического исследования.

Математическое общество быстро росло и расширялось, причем не только в количественном, но и в качественном смысле. Его научное значение крепло. И если члены, входившие в первичный состав Московского математического общества, были либо дилетантами в науке, либо недавними выпускниками университета, не сделавшими серьезных шагов в математической науке, то через десять лет после основания в Обществе насчитывалось 40 действительных членов (среди них 3 иностранных члена, известные русские учёные П.Л. Чебышев, Н.В. Маиевский, К.М. Петерсон). К 1884 году в Московском математическом обществе было 150 членов.

Первоначально заседания Московского математического общества проводились один раз в месяц. Они посвящались обязательным поочередным докладам действительных членов Общества об успехах и развитии западноевропейской математики. Устав Московского математического общества гласил: «Каждый действительный член обязан в заранее назначенный срок сделать сообщение по избранному им отделу науки и представить, кроме того, письменное изложение своего сообщения» [5, с. 400]. По уставу Общества действительные члены, не представлявшие в течение двухгодичного срока обязательных рефератов, становились членами-корреспондентами Общества. Но, как правило, молодые математики Москвы, вдохновляемые талантом и энергией президента Общества, его научными достижениями, его выступлениями на заседаниях, начинали не только делать сообщения о развитии математических наук в Европе, но и стремились заниматься собственными исследованиями. Август Юльевич был настоящим руководителем их математической деятельности. Он не оставлял ни одного сообщения без замечаний, обсуждений, советов. А.Ю. Давидов направлял самостоятельные исследования молодых математиков в правильное русло, не указывая прямо на истинный путь, а подводя к нему через прения на заседаниях.

Научная карьера многих московских математиков начиналась именно с Московского математического общества. Все математики, оставляемые для работы в Московском университете, сначала были членами Общества. Их диссертации обсуждались на заседаниях. Таким образом, видим, что Общество, первоначально состоявшее из преподавателей физико-математического факультета, было не только местом получения молодыми математиками опыта самостоятельной научной работы, но и местом подготовки талантливых кадров для Московского университета. Тем самым развивалась математическая школа университета.

Ученики выражали благодарность Августу Юльевичу за помощь и поддержку. Так, на торжественном обеде в честь 35-летия деятельности А. Ю. Давидова в Московском университете А.В. Летников говорил своему учителю: «Вы

были нашим постоянным советником и руководителем, Вы принимали самое оживленное участие в спорах и прениях по множеству специальных вопросов. Ваши меткие замечания и указания нередко становились источником новых работ. Без Вас, без Вашей помощи, Вашего влияния и постоянного воздействия на молодых членов Общества оно не могло бы существовать» [2, с. 24].

А.Ю. Давидов, действительно, был идейным вдохновителем Московского математического общества. Члены Общества, воодушевляемые примером научной работы своего президента, плодотворно занимались самостоятельными математическими исследованиями.

Так, 20 февраля 1865 г. на заседании Общества Август Юльевич сделал сообщение о своих исследованиях в области интегрирования уравнений с частными дифференциалами любого порядка. Исследование А.Ю. Давидова было значительным вкладом в вопрос об интегрировании дифференциальных уравнений (к XIX веку основные достижения в этой области были сделаны Коши и Якоби: их работы касались интегрирования в общем виде уравнений с частными производными первого порядка, которое приводит к интегрированию систем дифференциальных уравнений). Август Юльевич расширил их исследование и доказал, что аналогичная система дифференциальных уравнений существует для любого уравнения с частными производными более высокого порядка, и если возможно интегрирование этих дифференциальных уравнений, то уравнение с частными производными разрешимо [2].

Член математического кружка К.М. Петерсон, восторгаясь данной работой А.Ю. Давидова, также увлёкся математическими размышлениями в этой области и впоследствии напечатал целый ряд статей, имеющих большое значение для математической науки. К исследованиям А.Ю. Давидова примкнули впоследствии и многие другие молодые члены Общества (В.В. Преображенский, Н.Я. Сонин, П.С. Назимов), результатом чего было несколько замечательных диссертаций, посвященных тому же предмету исследования [2]. Так, Николай Яковлевич Сонин получил степень доктора математики за дис-

сертацию «Об интегрировании уравнений с частными производными второго порядка» (1874 г.); Владимир Васильевич Преображенский защитил магистерскую диссертацию с одноименным названием «Об интегрировании уравнений с частными производными второго порядка» (1874 г.); Пётр Сергеевич Назимов написал две научные работы по этой тематике: «О дифференциальных уравнениях с частными производными» (1880 г.), «Об интегрировании некоторых классов уравнений с частными производными нескольких функций» (1881 г.).

Научные сообщения Августа Юльевича и самостоятельные математические исследования других членов Общества положили начало изданию «Математического сборника». Так появился собственный печатный орган Московского математического общества. Первый том «Математического сборника» вышел в 1866 году в память о профессоре Н.Д. Брашмане, который по праву считался одним из основателей Московского математического общества.

В последующих изданиях журнала «Математический сборник» были напечатаны такие сообщения А.Ю. Давидова в Московском математическом обществе:

1. Замечания об уравнениях с частными дифференциалами (16 февраля 1865 г.).
2. Об интегрировании уравнений с частными дифференциалами второго порядка (15 января 1866 г.).
3. О геометрическом представлении эллиптических функций первого вида (18 марта 1867 г.).
4. О выражении произвольной функции с помощью двойных определенных интегралов (18 ноября 1867 г.).
5. Доказательство биннома Ньютона для дробного показателя (16 декабря 1867 г.).
6. Замечание об абелевых функциях (16 марта 1868 г.).
7. О сходимости рядов (20 декабря 1869 г.).
8. Некоторые приложения общей формулы приближенных квадратур (20 января 1881 г.).
9. Об одной формуле интегрального исчисления (16 сентября 1881 г.) [1, 3].

Как видим, научные интересы А.Ю. Давидова во время его деятельности в Московском ма-

тематическом обществе были связаны в основном с математическим анализом. В этот период Август Юльевич работал еще и в Московском учебном округе. На наш взгляд, поэтому в круг интересов учёного-математика вошли проблемы математического образования, вопросы элементарной математики, которым он уделял внимание не меньшее, чем вопросам высшей математики. Его сообщения по элементарной математике также печатались в журнале Московского математического общества. Для таких статей и замечаний методического характера в «Математическом сборнике» по инициативе Августа Юльевича был выделен особый раздел. По словам А.В. Летникова, статьи А.Ю. Давидова по элементарной математике отличались, несмотря на свой элементарный характер, «замечательной оригинальностью и умением сказать новое слово о таких предметах, которые, по-видимому, могли считаться исчерпанными» [3, с. 57]. Август Юльевич, считавший вопросы методического характера и элементарной математики одними из самых важных, лично занялся редактированием методического раздела. Помогал ему А.В. Летников, хорошо знакомый с московскими учителями того периода.

Издание журнала «Математический сборник» — хорошая традиция, сохранившаяся и в настоящее время. Журнал публикует оригинальные научные результаты, полученные в области математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных, математической физики, геометрии и топологии, алгебры, функционального анализа. «Математический сборник» является одним из самых влиятельных математических журналов в России, предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов. Журнал реализует цель, поставленную еще при его основании, — знакомство с основными результатами в различных отраслях современной математики.

Участие в создании журнала «Математический сборник» и руководящая роль А.Ю. Дави-

дова в деятельности Московского математического общества признавались его современниками как величайшие заслуги перед русской математической наукой. Так, А.В. Летников говорил: «Пройдут годы, и русская математическая наука будет иметь свою историю; одна из первых глав этой истории будет посвящена Московскому математическому обществу. Пусть будущий историк не забудет, что математическое общество не только было основано по мысли А.Ю. Давидова, но что вся деятельность Общества в первые годы существования была плодом его энергии и самопожертвования» [2, с. 47].

В сентябре 2009 года исполняется 145 лет со дня основания Московского математического кружка, преобразовавшегося в Московское математическое общество. Со дня своего основания Общество координировало научную деятельность московских математиков, а его президент Август Юльевич Давидов выступал организатором многогранных математических изысканий членов Общества. В годы президентства А.Ю. Давидова математическое общество Москвы воспитало для нашей страны таких замечательных математиков, как Н.В. Бугаев (президент Общества в 1891–1903 гг.), П.С. Назимов, П.А. Некрасов (президент Общества в 1903–1905 гг.), Н.Е. Жуковский (президент Общества в 1905–1921 гг.), В.В. Преображенский, Н.Я. Сонин. Именно в этот период были заложены замечательные традиции развития всей отечественной математической школы, возрожденные в современном Обществе.

В настоящее время Обществом осуществляется поддержка молодых учёных-математиков (конкурс Мёбиуса, конкурс Пьера Делиня), ежегодно реализуется программа по взаимнообмену молодых математиков с европейскими странами. Тем самым воплощаются в жизнь идеи Московского математического общества, определенные еще А.Ю. Давидовым, по проведению разносторонних математических исследований и участию в организации взаимодействий профессионалов-математиков.

Библиографический список

1. Бобынин В.В. Давидов А.Ю. (некролог) // Физико-математические науки в их настоящем и прошедшем (отд. Научных новостей, критики и библиографии). Т. II. — 1886. — № 3. — С. 64–69.
2. Воспоминания об А.Ю. Давидове // Известия Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. — Т. 51 (Приложение). — 1887. — С. 1–55.
3. Жуковский Н.Е., Некрасов П.А., Покровский П.М. Жизнь и труды А.Ю. Давидова. — М., 1890. — 57 с.
4. Прудников В.Е. Пафнутий Львович Чебышев. 1821–1894. — Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1976. — 282 с.
5. Чебышев П.Л. Полное собрание сочинений. Т. 5. — М.—Л.: Издательство Академии наук СССР, 1951. — 474 с.

Y.V. LOBZINA

A.Y. DAVIDOV AND THE MOSCOW MATHEMATICAL SOCIETY

The article is confined to the 145 anniversary of the Moscow Mathematical Society foundation (1864). It is the first scientific association of the professional mathematician in Moscow. There are some biographical data of A.Y. Davidov, the Society's director; it is noted his special contribution in Society's activity in the first years of its existence.

П.В. Снурницын, аспирант механико-математического
факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
Тел. 89260309283; snurnitsyn@mail.ru

О СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЯХ ХАРАКТЕРОВ ДИРИХЛЕ НА МНОЖЕСТВАХ ГАУССОВЫХ ЧИСЕЛ

В статье рассматриваются суммы символов Лежандра и нелинейные суммы характеров. Для них получены асимптотики и оценки в случае, когда модуль характера и число слагаемых растут.

Ключевые слова: аналитическая теория чисел, метод контурного интегрирования, характер Дирихле, L -функции Дирихле, нелинейные суммы характеров.

Важными задачами теории чисел являются задачи, связанные с распределением значений характеров Дирихле на арифметических последовательностях. В частности, в работе [7] рассматриваются нелинейные суммы характеров с весами, относительно которых доказан следующий результат. Пусть

$$S(x, p) = \sum_{k^2 + l^2 \leq x} \chi(k^2 + l^2 + a),$$

где χ — неглавный характер Дирихле по простому модулю p , a — целое число, $0 < a \leq \sqrt{p}$, $x \geq p^{\frac{1}{3} + \delta}$, $\delta < \frac{2}{9}$. Тогда

$$|S(x, p)| = O(xp^{-0,02\delta^2}).$$

В данной статье рассматриваются суммы

$$S_1(x, p) = \sum_{0 \leq k, l \leq x} \chi(k^2 + l^2),$$

$$S_2(x, p) = \sum_{0 \leq k^2 + l^2 \leq x} \chi(k^2 + l^2),$$

где χ — символ Лежандра по простому модулю p .

Теорема 1. *Имеет место формула*

$$S_1(x, p) = 2\left(1 - \left\{\frac{x}{p}\right\} - \frac{1}{p}\right)x + O(p^{\frac{3}{2}} \ln^2 p).$$

Теорема 2. *Для любого положительного ε*

$$S_2(x, p) = O(p^{1+2\varepsilon} x^{\frac{1}{3}+\varepsilon}).$$

Докажем теорему 1. Пусть $N = [x/p]$, представим $S_1(x, p)$ следующим образом:

$$\begin{aligned} S_1(x, p) &= A(x, p) + R(x, p), \\ \text{где } A(x, p) &= \sum_{0 \leq k, l \leq pN} \left(\frac{k^2 + l^2}{p} \right) + \sum_{0 \leq k < pN} \sum_{pN \leq l \leq x} \left(\frac{k^2 + l^2}{p} \right) + \\ &+ \sum_{pN \leq k \leq x} \sum_{0 \leq l < pN} \left(\frac{k^2 + l^2}{p} \right), \\ R(x, p) &= \sum_{pN \leq k, l \leq x} \left(\frac{k^2 + l^2}{p} \right). \end{aligned}$$

Из равенства [2]

$$\sum_{k=0}^{p-1} \left(\frac{k^2 + l^2}{p} \right) = \begin{cases} p-1, & \text{при } l=0, \\ -1, & \text{при } l \neq 0; \end{cases}$$

следует, что

$$A(x, p) = 2(p(1 - \left\{ \frac{x}{p} \right\}) - 1) \left[\frac{x}{p} \right].$$

Из теоремы Виноградова—Пойя имеем

$$|R(x, p)| = O(p^{\frac{3}{2}} \ln^2 p).$$

Подставляя эти равенство и оценку в выражение для $S_1(x, p)$, получим утверждение теоремы 1.

Рассмотрим теперь сумму

$$S_2(x, p) = \sum_{k^2 + l^2 \leq x} \chi(k^2 + l^2),$$

где χ — любой неглавный характер Дирихле по модулю p .

Запишем $S_2(x, p)$ в виде

$$S_2(x, p) = \sum_{n \leq x} a(n),$$

где $a(n) = r(n) \chi(n)$, $r(n)$ — число представлений n в виде $k^2 + l^2$. Известно, что [1]

$$r(n) = \sum_{d|n} \chi_4(d),$$

где χ_4 — неглавный характер по модулю 4,

$$\chi_4(n) = \begin{cases} 1, & \text{если } n \equiv 1 \pmod{4}, \\ -1, & \text{если } n \equiv -1 \pmod{4}. \end{cases}$$

Рассмотрим производящую функцию для $a(n)$.

Лемма 1. Ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a(n)}{n^s}$$

сходится абсолютно и равномерно в области $\text{Res} > 1$. Определяемая им функция $F(s)$ является аналитической в этой области.

Доказательство. Для членов ряда имеем

$$\left| \frac{a(n)}{n^s} \right| \leq \frac{4\tau(n)}{n^\sigma}, \quad \sigma = \text{Res},$$

где $\tau(n)$ — число делителей n . Для любого $\varepsilon > 0$ существует постоянная c , такая, что выполняется неравенство [3]

$$\tau(n) < cn^\varepsilon.$$

Тогда

$$\left| \frac{a(n)}{n^s} \right| \leq 4cn^{\varepsilon-\sigma}.$$

Т.к. ряд $\sum n^{\varepsilon-\sigma}$ сходится при $\sigma > 1 + \varepsilon$, то исходный ряд сходится абсолютно и равномерно в области $\text{Res} > 1 + \varepsilon$. По теореме Вейерштрасса функция $F(s)$ является аналитической в этой области. В силу произвольности ε утверждение верно при $\text{Res} > 1$.

Пусть $L(s, \chi)$ — функция Дирихле, соответствующая характеру χ .

Лемма 2. При $\text{Res} > 1$ имеет место равенство

$$F(s) = 4L(s, \chi)L(s, \chi'),$$

где χ' — характер по модулю $4p$. Этим равенством функция $F(s)$ определена на всей комплексной плоскости.

Действительно,

$$F(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a(n)}{n^s} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4\chi(n)}{n^s} \sum_{d|n} \chi_4(d) =$$

$$= 4 \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{kl=n} \frac{\chi_4(k) \chi(kl)}{(kl)^s} =$$

$$= 4 \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{kl=n} \frac{\chi(l)}{l^s} \frac{\chi'(k)}{k^s} = 4L(s, \chi)L(s, \chi'),$$

где $\chi^1 = \chi\chi_4$.

Лемма 3. Пусть $s = \sigma + it$. При $\sigma < 0$ имеет место оценка

$$L(s, \chi) = O((pt)^{\frac{1}{2}-\sigma}).$$

Доказательство. Рассмотрим функциональное уравнение для L -функции [8]

$$L(s, \chi) = \frac{G(\chi)}{i^s \sqrt{p}} \left(\frac{\pi}{p} \right)^{s-1/2} \frac{\Gamma(\frac{1}{2}(1-s+\delta))}{\Gamma(\frac{1}{2}(s+\delta))} L(s, \bar{\chi}),$$

где

$$\delta = \begin{cases} 0, & \text{при } \chi(-1) = 1, \\ 1, & \text{при } \chi(-1) = -1; \end{cases}$$

$G(\chi)$ — сумма Гаусса, $|G(\chi)| = \sqrt{p}$. Тогда

$$|L(s, \chi)| = p^{\frac{1}{2}-\sigma} \left| \pi^{s-1/2} \frac{\Gamma(\frac{1}{2}(1-s+\delta))}{\Gamma(\frac{1}{2}(s+\delta))} \right| |L(s, \bar{\chi})|.$$

Учитывая, что [8]

$$\left| \pi^{s-1/2} \frac{\Gamma(\frac{1}{2}(1-s+\delta))}{\Gamma(\frac{1}{2}(s+\delta))} \right| = O(t^{\frac{1}{2}-\sigma}),$$

а также что

$$L(s, \chi) = O(1), \text{ Res} > 1,$$

получим

$$L(s, \chi) = O((pt)^{\frac{1}{2}-\sigma}).$$

Имеет место следующее утверждение [6].

Лемма 4. Пусть ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n}{n^s}$$

сходится абсолютно при $\sigma = \text{Res} > 1$ и определяет функцию $f(s)$, $|\alpha_n| \leq A(n)$, где $A(n) > 0$ —

монотонно возрастающая функция n , и при $\sigma \rightarrow 1+0$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{|\alpha_n|}{n^s} = O((\sigma-1)^{-\lambda}), \lambda \geq 0.$$

Тогда при любых $b_0 \geq b \geq 1$, $T \geq 1$, $x = N + \frac{1}{2}$ имеет место формула

$$\sum_{n \leq x} \alpha_n = \frac{1}{2\pi i} \int_{b-iT}^{b+iT} f(s) \frac{x^s}{s} ds + O\left(\frac{x^b}{T(b-1)^\lambda}\right) +$$

$$+ O\left(\frac{x A(2x) \ln x}{T}\right),$$

где постоянная в знаке O зависит только от b_0 .

Докажем теперь теорему 2. По лемме 4 имеем

$$S_2(x, p) = \sum_{n \leq x} a(n) = \frac{1}{2\pi i} \int_{b-iT}^{b+iT} F(s) \frac{x^s}{s} ds + O\left(\frac{x^b}{T}\right) + O\left(\frac{x^{1+\varepsilon}}{T}\right),$$

где $b > 1$, $\varepsilon > 0$, $T > 1$.

Рассмотрим контур $b-iT, -a-iT, -a+iT, b+iT$, $a > 0$. Функция $F(s)$ имеет нуль при $s = 0$, поэтому функция $F(s)/x^s$ аналитична внутри этого контура. Тогда по теореме Коши имеем

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{b-iT}^{b+iT} F(s) \frac{x^s}{s} ds = \frac{1}{2\pi i} \int_{b-iT}^{-a-iT} F(s) \frac{x^s}{s} ds +$$

$$+ \frac{1}{2\pi i} \int_{-a-iT}^{-a+iT} F(s) \frac{x^s}{s} ds + \frac{1}{2\pi i} \int_{-a+iT}^{b+iT} F(s) \frac{x^s}{s} ds.$$

Пусть $\mu(\sigma)$ — порядок функции $L(s, \chi)$, т.е. наименьшее число k , для которого

$$L(s, \chi) = O((pt)^k).$$

Тогда

$$\mu(b) = 0, \mu(-a) = \frac{1}{2} + a,$$

и в силу принципа Фрагмена—Линделёфа [9] получим оценку внутри рассматриваемого контура

$$L(s, \chi) = O\left((pt)^{(\frac{1}{2}+a)\frac{b-\sigma}{b+a}}\right),$$

откуда

$$L(s, \chi) = O\left((pt)^{(1+2a)\frac{b-\sigma}{b+a}}\right).$$

Оценим интеграл по отрезку

$$(-a + iT, b + iT)$$

$$\int_{-a+iT}^{b+iT} F(s) \frac{x^s}{s} ds = O \left(\int_{-a}^b (pt)^{(1+2a)\frac{b-\sigma}{b+a}-1} x^\sigma d\sigma \right) =$$

$$= O \left(\frac{(pT)^{2a}}{x^a} \right) + O \left(\frac{x^b}{pT} \right),$$

т.к. функция достигает максимума в одном из концов интервала интегрирования. Интеграл по отрезку $(b - iT, -a - iT)$ оценивается аналогично.

Найдем оценку интеграла по отрезку $(-a - iT, -a + iT)$. Для этого нам потребуется функциональное уравнение для функции $F(s) = F(s, \chi, \chi')$. Будем предполагать, что характер χ чётный, случай нечетного характера аналогичен. Запишем функциональные уравнения для $L(s, \chi), L(s, \chi')$ в виде

$$L(s, \chi) = \frac{G(\chi)}{\sqrt{p}} p^{\frac{1-s}{2}} \eta(s) L(1-s, \bar{\chi}),$$

$$L(s, \chi') = \frac{G(\chi')}{\sqrt{4p}} (4p)^{\frac{1-s}{2}} \left(-\frac{\pi}{2} s \right) \eta(s+1) L(1-s, \bar{\chi}'),$$

где $\eta(s) = \pi^{\frac{s-1}{2}} \Gamma(\frac{1}{2}(1-s)) / \Gamma(\frac{1}{2}s)$. Тогда

$$F(s, \chi, \chi') = \xi(s, \chi, \chi') F(1-s, \bar{\chi}, \bar{\chi}'),$$

где

$$\xi(s, \chi, \chi') = -\frac{\mu}{2} \frac{G(\chi)G(\chi')}{2ip} 2^{1-2s} p^{1-2s} \eta(s)\eta(s+1).$$

При $\text{Res} > 1$ имеем

$$F(s, \bar{\chi}, \bar{\chi}') = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\overline{a(n)}}{n^s},$$

поэтому

$$\int_{-a-iT}^{-a+iT} F(s, \chi, \chi') \frac{x^s}{s} ds =$$

$$= \int_{-a-iT}^{-a+iT} \xi(s, \chi, \chi') F(1-s, \bar{\chi}, \bar{\chi}') \frac{x^s}{s} ds =$$

$$= ix^{-a} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\overline{a(n)}}{n^{1+a}} \int_{-T}^T \frac{\xi(-a-iT, \chi, \chi')}{-a-iT} (nx)^{it} dt.$$

Имеет место равенство [8]

$$\eta(-a+iT) = C \exp(-it \ln t + it \ln 2\pi + it) t^{a+\frac{1}{2}} +$$

$$+ O(t^{\frac{1}{a-\frac{1}{2}}}), 1 \leq t \leq T,$$

подставляя его в выражение для $\xi(s, \chi, \chi')$, получим

$$\frac{\xi(-a+it, \chi, \chi')}{-a+it} = \theta \frac{2^{-2it}}{t} (C e^{-it \ln t + it(1+\ln 2\pi - \ln p)} (pt)^{a+\frac{1}{2}} +$$

$$+ O(p^{a+\frac{1}{2}} t^{a-\frac{1}{2}}))^2,$$

где θ не зависит от p и t . Тогда

$$\int_1^T \frac{\xi(-a+iT, \chi, \chi')}{-a+iT} (nx)^{it} dt =$$

$$= C \theta p^{1+2a} \int_1^T e^{2it(-\ln t - \ln p + \ln \pi + 1)} t^{2a} (nx)^{it} dt +$$

$$+ O(p^{1+2a} T^{2a}),$$

и, т.к. интеграл в правой части оценивается как $O(T^{2a+1})$ [8],

$$\int_1^T \frac{\xi(-a+iT, \chi, \chi')}{-a+iT} (nx)^{it} dt = O(p^{1+2a} T^{\frac{1}{2}+2a}),$$

откуда имеем оценку для интеграла

$$\int_{-a-iT}^{-a+iT} F(s) \frac{x^s}{s} ds = O \left(\frac{p^{1+2a} T^{\frac{1}{2}+2a}}{x^a} \right).$$

Окончательно

$$S_2(x, p) = O \left(\frac{p^{1+2a} T^{\frac{1}{2}+2a}}{x^a} \right) + O \left(\frac{x^b}{T} \right) + O \left(\frac{x^{1+\varepsilon}}{T} \right).$$

Полагая $a = \varepsilon, b = 1 + \varepsilon, T = x^{\frac{2}{3}}$, получим

$$S_2(x, p) = O(p^{1+2\varepsilon} x^{\frac{1}{3}+\varepsilon}).$$

Следует отметить, что, используя современные оценки L -функций на прямой $\text{Res} = \frac{1}{2}$, можно получить более точную оценку для $S_2(x, p)$.

Библиографический список

1. Hardy G.H., Wright E.M. An Introduction to the Theory of Numbers. — London, Oxford University Press, Ely House, 1968.
2. Виноградов И.М. Основы теории чисел. — Москва: Наука, 1965.
3. Виноградов И.М. Метод тригонометрических сумм в теории чисел. — Москва: Наука, 1971.
4. Воронин С.М., Карацуба А.А. Дзета-функция Римана. — Москва: Физматлит, 1994.
5. Дэвенпорт Г. Мультипликативная теория чисел. — Москва: Наука, 1971.
6. Карацуба А.А. Основы аналитической теории чисел. — Москва: Наука, 1983.
7. Карацуба А.А. Суммы характеров с весами. — Москва: Изв. РАН, с. мат., 2000. — Т. 64, 2. — С. 29–40.
8. Титчмарш Е.К. Теория дзета-функции Римана. — Москва: Издательство иностранной литературы, 1953.
9. Титчмарш Е.К. Теория функций. — Москва: Наука, 1980.

P.V. SNURNITSYN

ABOUT AVERAGE VALUES OF DIRICHLET'S CHARACTERS ON SETS OF GAUSSIAN NUMBERS

In this paper Legendre's symbol sums and nonlinear character sums are considered. For such sums asymptotical values and estimates are found as character's modulus and number of terms tend to infinity.

О.В. САВКОВА, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры математического анализа и дифференциальных
уравнений Орловского государственного университета
Тел. 8-920-286-80-61

НАЧАЛЬНО-КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-РАЗНОСТНОГО УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА С СОИЗМЕРИМЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Рассматривается начально-краевая задача Трикоми для дифференциально-разностного уравнения с соизмеримым запаздыванием в областях эллиптичности и гиперболичности. Приведено решение задачи Коши в гиперболической области и задачи Неймана—Дирихле в эллиптической области. Решение задачи Трикоми сведено к системе функциональных соотношений.

Ключевые слова: *начально-краевая задача, дифференциально-разностные уравнения в частных производных, уравнения смешанного типа.*

1. Постановка задачи

Уравнение

$$L(u) \equiv u_{xx}(x, y) + \operatorname{sgn} y u_{yy}(x, y) - u(x - (2 + H(y))\tau, y) = 0, \quad (1)$$

где $0 < \tau \equiv \text{const}$, $H(\xi)$ – функция Хевисайда [1], рассматривается в смешанной области $D = D_1^+ \cup D_2^- \cup J$, где $D_1^+ = \bigcup_{k=0}^{2n-1} D_{1k}$, $D_2^- = \bigcup_{k=0}^{3n-1} D_{2k}$ (n – фиксированное натуральное число) – эллиптическая и гиперболическая части D , причем D_{1k} – область, ограниченная отрезком оси Ox : $3k\tau \leq x \leq 3(k+1)\tau$ и «нормальной кривой»

$$\rho_k^2 = \left(x - \frac{(2k+1)3\tau}{2} \right)^2 + y^2 = \frac{9\tau^2}{4},$$

расположенной в полуплоскости $y > 0$;

$$D_{2k} \{ (x, y) : 2k\tau - y < x < 2(k+1)\tau + y, -\tau < y < 0 \}, \\ J = \{ (x, y) : 0 < x < 6n\tau, y = 0 \}.$$

Регулярным решением уравнения (1) в области D будем называть функцию $u(x, y)$, непрерывную в области $\bar{D}$, имеющую непрерывные производные второго порядка всюду в D , кроме, быть может, точек $(0, 0)$, $(k\tau, 0)$ ($k=2+6m, 3+6m, 4+6m, 6(m+1), m=0, 1, \dots$,

$n-1$), в которых производные $u_x(x,y)$ и $u_y(x,y)$ могут обращаться в бесконечность порядка меньше 1.

Задача L. Найти регулярное в области D решение $u(x,y)$ уравнения (1), удовлетворяющее условиям:

$$u(x,y)|_{\rho_k} = \varphi_k(s), \quad 0 \leq s \leq \frac{3\pi\tau}{2}; \quad (2)$$

$$\begin{aligned} u(x,y) &= f_i(x,y), \quad (x,y) \in \bar{D}_{i(-1)} \quad (i=1,2); \\ u(x,y)|_{2k\tau-x=y} &= \psi_k(x), \quad 2k\tau \leq x \leq (2k+1)\tau, \end{aligned} \quad (3)$$

где $f_i(x,y)$, $\psi_k(x)$, $\varphi_k(s)$ – заданные достаточно гладкие функции, длина s отсчитывается от точек $(3(k+1)\tau, 0)$ в положительном направлении, причем $f_1(x,0) = f_2(x,0)$, $x \in [-2\tau; 0]$; $\varphi_k(3\pi\tau/2) = \varphi_{k-1}(0)$ ($k=1, 2, \dots, 2n-1$); $\varphi_{2k}(3\pi\tau/2) = \psi_{3k}(6k\tau)$ ($k=0, 1, 2, \dots, n-1$); $f_i(0,0) = \varphi_0(3\pi\tau/2) = \psi_0(0)$ ($i=1, 2$).

Задача L будет решена полностью, если определить функции $\omega(x) = u(x, 0)$ или $v(x) = u_y(x, 0)$.

2. Задача Коши для уравнения (1).

Задача Коши. В области D_2^- найти регулярное решение $u(x,y)$ уравнения (1), удовлетворяющее условиям (3) ($i=2$) и

$$\begin{aligned} u(x,0) &= \omega(x), \quad 0 \leq x \leq 6n\tau, \\ u_y(x,0) &= v(x), \quad 0 < x < 6n\tau. \end{aligned} \quad (4)$$

Заданные функции $\omega(x)$ дважды, $v(x)$ и $f_2(x,y)$ один раз непрерывно дифференцируемы в областях определения, и $v(x)$ при $x \rightarrow 0$ и $x \rightarrow k\tau$ ($k=2+6m, 3+6m, 4+6m, 6(m+1), m=0, 1, \dots, n-1$) может обращаться в бесконечность порядка меньше 1; $f_2(0,0) = \omega(0)$.

При решении задачи Коши для уравнения (1) [2, с. 15–24] получим

$$u^-(x,y) = \{u_k^-(x,y), (x,y) \in D_{2k}, k=0,1,2,\dots,3n-1\}.$$

Здесь

$$\begin{aligned} u_k^-(x,y) &= \Phi(x,y)H(x) + \sum_{m=1}^k \gamma_m H(x-2m\tau) \times \\ &\times \int_0^{x-2m\tau} \eta((x-2m\tau)^2 - \eta^2)^{m-1} \Phi(\eta,y) d\eta, \quad (x,y) \in D_{2k} \end{aligned} \quad (5)$$

является решением уравнения (1) в области D_{2k} , где

$$\begin{aligned} \Phi(x,y) &= \frac{1}{2} [z^\omega(x-y) + z^\omega(x+y)] + \frac{1}{2} \int_{x-y}^{x+y} z^v(\xi) d\xi - \\ &- \frac{1}{2} \int_0^y d\xi \int_{x-(y-\xi)}^{x+(y-\xi)} f_2(t-2\tau, \xi) dt, \\ \gamma_m &= \frac{2^{1-2m}}{m! \Gamma(m)}, \quad \Gamma(x) - \text{гамма-функция [3],} \\ z^\omega(x) &= \omega(x)H(x) + \sum_{m=1}^k (-1)^m \gamma_m H(x-2m\tau) \times \\ &\times \int_0^{x-2m\tau} \eta(x^2 - (\eta+2m\tau)^2)^{m-1} \omega(\eta) d\eta, \quad 2k\tau < x < 2(k+1)\tau \end{aligned} \quad (6)$$

а $z^v(x)$ совпадает с (6), если там заменить $\omega(x)$ на $v(x)$.

Из (5) получаем функциональное соотношение на линии $y=0$ в виде

$$\begin{aligned} v(x) &= \omega'(x)H(x) - \sum_{m=1}^k \gamma_m H(x-2m\tau) \times \\ &\times \int_0^{x-2m\tau} (x-2m\tau-\eta)^{2(m-1)} \omega(\eta) d\eta - \delta_k(x), \quad 2k\tau < x < 2(k+1)\tau \end{aligned} \quad (7)$$

($k=0, 1, 2, \dots, n-1$), где δ_k выражается через заданные функции $\psi_k(x)$ и $f_2(x,y)$, причем $\delta_k \in C^2(2k\tau, 2(k+1)\tau)$, и при $x \rightarrow 0$ и $x \rightarrow k\tau$ ($k=2+6m, 3+6m, 4+6m, 6(m+1), m=0, 1, \dots, n-1$) может обращаться в бесконечность порядка меньше 1.

3. Задача Неймана—Дирихле (N—D) для уравнения (1).

Задача N—D. В области D_1^+ найти регулярное решение $u(x,y)$ уравнения (1), удовлетворяющее условиям (2), (3) ($i=1$), (4).

При решении задачи N—D для уравнения (1) [2, с. 69–74] получим

$$u^+(x,y) = \{u_k^+(x,y), (x,y) \in D_{1k}, k=0,1,2,\dots,2n-1\}.$$

Здесь

$$\begin{aligned} u_k^+(x,y) &= u_{0k}(x,y) - \iint_{D_{1(k-1)}} u_{k-1}^+(\xi,\eta) G(\xi + \\ &+ 3\tau, \eta; x,y) d\xi d\eta \end{aligned} \quad (8)$$

$(x, y) \in D_{1k}$, где $u_{(-1)}^+(x, y) = f_1(x, y)$, а $u_{0k}(x, y)$ – регулярное решение задачи N–D в области D_{1k} для уравнения Лапласа

$$u_{0k}(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \int_{3k\tau}^{3(k+1)\tau} v(t) G_k(t, 0; x, y) dt + \\ + \frac{1}{2\pi} \int_{\rho_k} \varphi_k(s) \frac{\partial}{\partial N} G_k(\xi(s), \eta(s); x, y) ds,$$

$(x, y) \in D_{1k}$, G_k – функция Грина [2, с. 65] задачи N–D для области D_{1k}

$$G_k(x, y; x_0, y_0) = \ln \frac{4\bar{r}_k \bar{r}_{1k} \rho_k^2}{9\tau^2 r r_1},$$

где

$$\left. \begin{matrix} r^2 \\ r_1^2 \end{matrix} \right\} = (x - x_0)^2 + (y \mp y_0)^2,$$

$$\left. \begin{matrix} \bar{r}_k^2 \\ \bar{r}_{1k}^2 \end{matrix} \right\} = \left(x - \frac{(2k+1)3\tau}{2} - \bar{x}_0 \right)^2 + (y \mp y_0)^2,$$

$$\bar{x}_0 = \frac{9\tau^2}{4\rho_k^2} \left(x_0 - \frac{(2k+1)3\tau}{2} \right), \quad \bar{y}_0 = \frac{9\tau^2}{4\rho_k^2} y_0, \\ \rho_k^2 = \left(x_0 - \frac{(2k+1)3\tau}{2} \right)^2 + y_0^2.$$

Полагая в (8) $y = 0$, найдем второе функциональное соотношение

$$\omega(x) = \frac{1}{\pi} \int_{3k\tau}^{3(k+1)\tau} v(t) [\ln|x-t| - \ln|(2x/3\tau - 2k-1)(x_k-t)|] dt + \\ + S_k(x), \quad (9)$$

$3k\tau < x < 3(k+1)\tau$, где S_k выражается через известные функции, $x_k = \frac{(2k+1)x - 6\tau k(k+1)}{2x/3\tau - 2k-1}$.

Т.о., вопрос существования решения задачи L свелся к решению системы функциональных соотношений (7), (9), принесенных на линию $y = 0$ из гиперболической и эллиптической областей соответственно.

Библиографический список

1. Маричев О.И. Метод вычисления интегралов от специальных функций. – Минск: Наука и техника, 1978. – 310 с. № 2936-75 Деп.
2. Зарубин А.Н. Уравнения смешанного типа с запаздывающим аргументом. – Орел: ОГУ, 1997. – 225 с.
3. Янке Е., Эмде Ф., Леш Ф. Специальные функции. – М.: Наука, 1977. – 342 с.

O.V. SAVKOVA

THE INITIAL-BOUNDARY PROBLEM FOR THE DELAY-DIFFERENCE EQUATION OF MIXED TYPE WITH COMEASURABLE DELAY

In this paper considered the Tricomi problem for the difference equation with comeasurable delay in elliptic and hyperbolic fields. The solution of a Cauchy problem in the field of hyperbolicity and the solution of a Neumann-Dirichlet problem in the field of ellipticity are given. The solution of a Tricomi problem is reduced to the system of functional equations.

Keywords: the initial-boundary problem, the delay-difference equation; the mixed type Equation.

ФИЗИКА

Ю.В. ХРИПУНОВ, аспирант кафедры теоретической физики
и математического моделирования
Орловского государственного университета
Тел.: (4862) 77-78-25 (раб.), 76-33-78 (дом.); Phyrexia@yandex.ru

О.И. МАРКОВ, кандидат физико-математических наук,
профессор кафедры теоретической физики
и математического моделирования
Орловского государственного университета
Тел.: (4862) 77-78-25 (раб.), 43-05-73 (дом.); O.I.Markov@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА ВИСМУТА СКАНИРУЮЩИМ ТУННЕЛЬНЫМ МИКРОСКОПОМ

Проведена сканирующая туннельная микроскопия скола монокристалла висмута по базисной плоскости. Получены двумерные и трехмерные изображения различных участков монокристалла висмута.

Ключевые слова: сканирующая, туннельная микроскопия, монокристалл, базисная плоскость, висмут.

Висмут, являясь полуметаллом, занимает промежуточное положение между металлами и полупроводниками [1, 2]. Висмут обладает рядом уникальных свойств, что делает его модельным материалом при экспериментальном исследовании фундаментальных проблем физики твердого тела. Уникальные свойства висмута позволили впервые обнаружить новые физические явления (эффекты де Гааза — ван Альфена и Шубникова — де Гааза, циклотронный резонанс и др.), открытие которых привело к созданию самых мощных современных методов исследования зонной структуры металлов и полупроводников. Высокая чувствительность зонных параметров висмута к внешним воздействиям: изменению температуры, давления, магнитного и электрического полей — представляет большой практический интерес. Эти свойства висмута позволяют изготавливать из него термоэлектрические преобразователи, болометры, тензометры, датчики Холла, Нернста, усилители звука и т.д. Надежность работы приборов зависит от качества получаемых монокристаллов. Поэтому очень важен контроль качества выращиваемых монокристаллов.

Постановка задачи

Монокристаллический висмут обладает ярко выраженной анизотропией механических и физических свойств. Монокристаллы висмута легко скалываются

ся по плоскости (111), но в перпендикулярных плоскостях образцы принято вырезать каким-либо методом. Для предотвращения дефектообразования в монокристаллах образцы из слитков вырезают электроискровым методом. С практической точки зрения установление зависимости дефектности структуры от условий получения позволит вырастить монокристаллы с необходимыми воспроизводимыми свойствами. Различие в свойствах можно объяснить как различной чистотой исходных материалов, так и различными условиями роста. Совокупность микродефектов в этих кристаллах будет существенно различаться из-за особенностей технологии выращивания. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо представлять условия роста кристаллов, в зависимости от которых тип дефектов, их размер и количество могут быть различны. Все они в той или иной мере оказывают влияние на физические свойства монокристаллов. Противоречивые сообщения о физических свойствах объясняются в значительной степени причинами, связанными с дефектами. Полуметаллы типа висмута склонны к образованию микро- и макроскопических дефектов кристаллической структуры. По этой причине внимания заслуживает изучение дефектов кристаллической структуры полуметаллов, которые интересны физикам и материаловедам. Основным методом обнаружения макроскопических дефектов был и остается металлографический анализ [3]. Типичными макроскопическими дефектами кристаллов типа висмута являются двойники, блоки, мозаичная структура. Они значительно искажают свойства кристаллов. Преобладающим видом дефектов в исследованных монокристаллах являются дислокации. Сильная анизотропия кристаллов сплавов висмут—сурьма приводит к существенному влиянию двойников на физические свойства сплавов. Плотность дислокаций определяется методом подсчета ямок травления с применением металлографического микроскопа. Дислокации в кристаллах висмута хорошо выявляются при обработке травителем из смеси азотной и уксусной кислоты. При воз-

действии травителя на плоскости (111) образуются ямки травления в виде равносторонних треугольников. Металлографические исследования показали, что количество дислокаций составляет величину порядка $N_D \leq 10^5 \text{ см}^{-2}$.

Методом рентгеновского структурного анализа [3] показано наличие запрещенных для решетки висмута отражений, что указывает на нарушения в симметрии кристалла вследствие наличия в кристаллах локальных источников внутренних напряжений. В экспериментах, проведенных на рентгеновских дифрактометрах типа Дрон-2, установлено наличие в структуре кристаллов разориентированных блоков, что свидетельствует о возрастании внутренних напряжений. Для обнаружения и исследования дефектов структуры монокристаллов висмут—сурьма применялся метод рентгеновской топографии [3]. Наличие полей напряжений, возникающих в образце около дислокации, может быть выявлено с помощью экстинкционного контраста при топографической съемке кристалла на просвет в рентгеновских лучах. Из топограмм видно, что образцы содержат макрополя упругих напряжений, дислокации. Высокое качество полученных топограмм указывает на низкое содержание дислокаций.

Несмотря на усиленное исследование качества монокристаллов различными методами, до сих пор не изучен ряд принципиальных вопросов, обусловленных недостаточной разрешающей способностью использованных выше методов. Целью данной работы является изучение возможностей сканирующей туннельной микроскопии в исследовании монокристаллов висмута. Исследования монокристаллов методом СТМ на атомном уровне проводились в работе [5].

Образцы для экспериментов были получены путем расщепления монокристалла при комнатной температуре, по плоскостям спайности (111) и методом электроискровой резки. При получении скола монокристалла даже при температуре жидкого азота пластическая деформация скалываемой поверхности вполне вероятна, и это тоже требует дополнительного исследования.

Методика эксперимента

В качестве исходного материала использовался висмут марки Ви-0000 (ГОСТ 28–75). Важным показателем чистоты исходного висмута и степени совершенства монокристалла является отношение удельного сопротивления кристалла при $T=300\text{K}$ к его значению при 4.2K . Величина отношения для используемого висмута составляла не менее 400–600. При меньших значениях отношения исходный висмут подвергался дополнительной зонной очистке. Обезгаживание висмута проводилось путем нагрева в вакууме 10^{-3} – 10^{-4} мм рт. ст. при температуре несколько выше температуры плавления в течение 1 часа при непрерывной откачке, с последующей капиллярной очисткой. В качестве контейнеров использовались ампулы из молибденового стекла С-48. Откачка ампул до 10^{-4} мм рт. ст. проводилась при температуре 200°C в течение суток и затем их герметизация запаиванием в откачанном состоянии.

Монокристаллы висмута выращивались методом зонной перекристаллизации [3] при проходе зоны со скоростью 1–5 мм/ч при ширине расплавленной зоны 20–25 мм. Данная методика выращивания была выбрана вследствие сочетания технической простоты и высокого качества монокристаллов. Такая методика выращивания дает более высокий выход монокристаллов. В зависимости от технических применений монокристаллы Vi выращивались в прямоугольных кварцевых лодочках с размерами $180 \times 30 \times 10 \text{ мм}^3$, частично заполненных трубках диаметром 2–3 см либо в полностью заполненных стеклянных трубках диаметром 3–5 мм.

Необходимая кристаллографическая ориентация слитка задается затравкой. Однако это не гарантирует получение монокристаллического слитка, т.к. вблизи затравки часто возникает несколько блоков, имеющих другую ориентацию, которые прорастают через весь кристалл. Причиной появления дополнительных центров является малый размер затравки. Для предотвращения дефектообразования уже выращенных монокристаллов проводилось травление стекла плавиковой кислотой, а для вырезания образцов использовался электроискровой метод. Монокристаллы Vi высо-

кого совершенства получены методом зонной перекристаллизации от затравки в направлении бинарной или биссекторной осей. Выбор такой ориентации затравки был обусловлен существованием направлений преимущественного роста. Образцы для исследований вырезались из средней части слитков. Совершенство кристаллической структуры монокристаллов висмута изучалось на плоскости (111).

Поскольку монокристаллы висмута обладают высокой электропроводностью $\sim 10^4 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, то они могут быть исследованы методами сканирующей туннельной микроскопии. В исследовании использовался мультимикроскоп СММ-2000 [4]. Из слитка монокристалла висмута при комнатной температуре на открытом воздухе скалывались небольшие образцы, которые можно было поместить на предметном столике мультимикроскопа. Параметры СТМ-сканирования подобраны методом перебора сочетаний их значений и приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значение параметров сканирования

U, mV	IO, nA	V, mkm/s	Step
400–600	3–5	1000–2100	2,29

U, mV — разность потенциалов между СТМ-иглой и поверхностью скола монокристалла висмута.

IO, nA — значение туннельного тока, протекающего между СТМ-иглой и поверхностью.

V, mkm/s — скорость сканирования.

Step — шаг сканирования.

Результаты эксперимента

Результатом исследования, с учетом подобранных параметров, являются полученные СТМ-кадры (рис. 1–7, 9, 11–17, 19, 21), которые дают возможность проводить анализ поверхности. Первоначальная картина поверхности была сильно зашумленной, но затем путем подбора параметров удалось снизить зашумленность. Сканирование проводилось со скоростями 999,5 нм/с — 1536 нм/с. Первоначально было выбрано поле в $7.529/7.529 \text{ мкм}$ с количеством точек 258/258. На одну точку прихо-

дится около 30 нм. Сканирование проводилось в направлении как оси X (рис. 1), так и оси Y (рис. 2).

Повторяемость изображения при сканировании по разным направлениям указывает на достоверность получаемой картины поверхности монокристалла висмута. Однородность картины поверхности (рис. 1) указывает на высокое качество монокристаллов висмута при данном разрешении. Од-

нако обращают на себя внимание некоторые нарушения однородности картины в левом верхнем углу размерами порядка 1 мкм, выделенные на рис. 3.

На рисунках 4, 5 и 6 приводятся поперечные сечения поверхности монокристалла в области без дефектов. Разность между максимальным и минимальным значениями амплитуды колебаний зонда примерно одинакова для рассмотренных сечений.

Size: [7.529 mkm x 7.529 mkm x 143.8 nm] (258 x 258 pt) 1.000 mkm

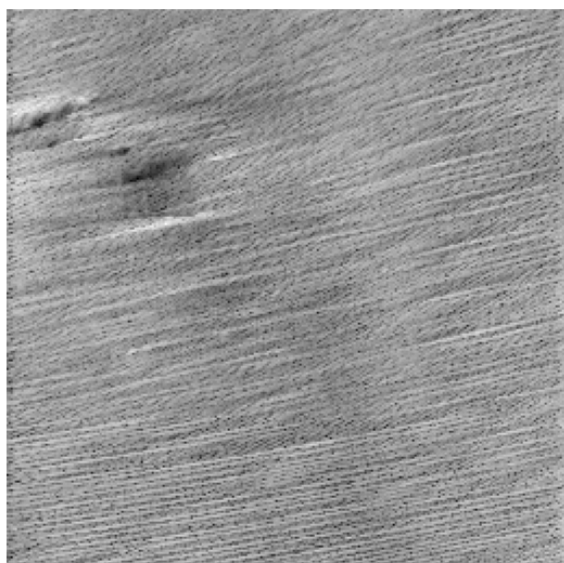


Рис.1. Вид участка поверхности монокристалла висмута. Сканирование вдоль координаты X.

Size: [7.529 mkm x 7.529 mkm x 143.8 nm] (258 x 258 pt) 1.000 mkm

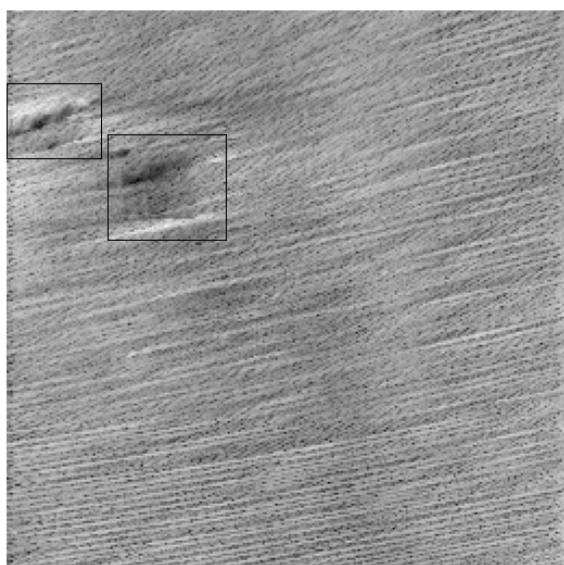


Рис. 3. Выделенные области дефектов.

Size: [7.529 mkm x 7.529 mkm x 168.5 nm] (258 x 258 pt) 1.000 mkm

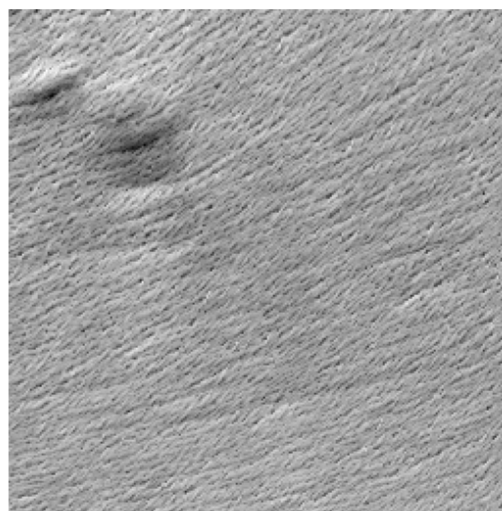


Рис. 2. Вид того же участка поверхности монокристалла висмута. Сканирование вдоль координаты Y.

Size: [7.529 mkm x 7.529 mkm x 143.8 nm] (258 x 258 pt) 1.000 mkm

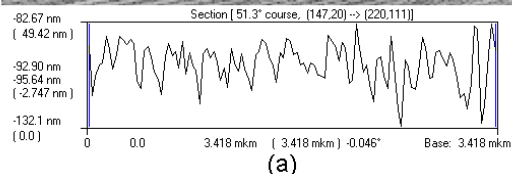
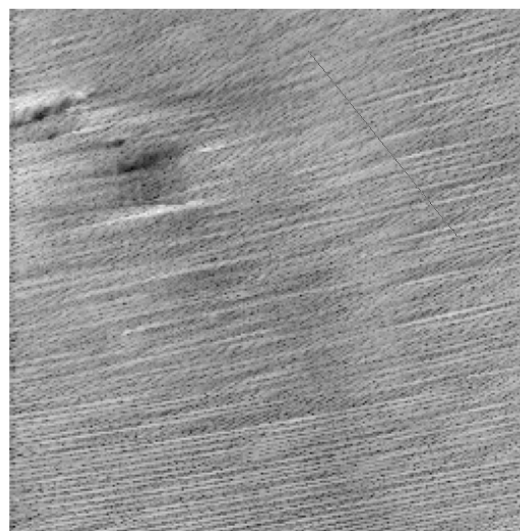


Рис. 4. Поперечное сечение поверхности монокристалла висмута во внедефектной области и профиль сечения (a).

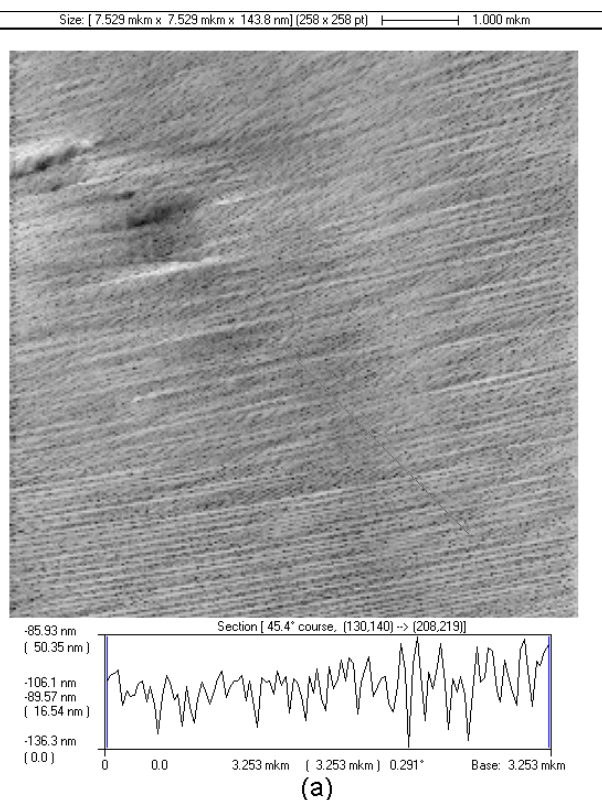


Рис. 5. Поперечное сечение поверхности монокристалла висмута во внедефектной области и профиль сечения (а).

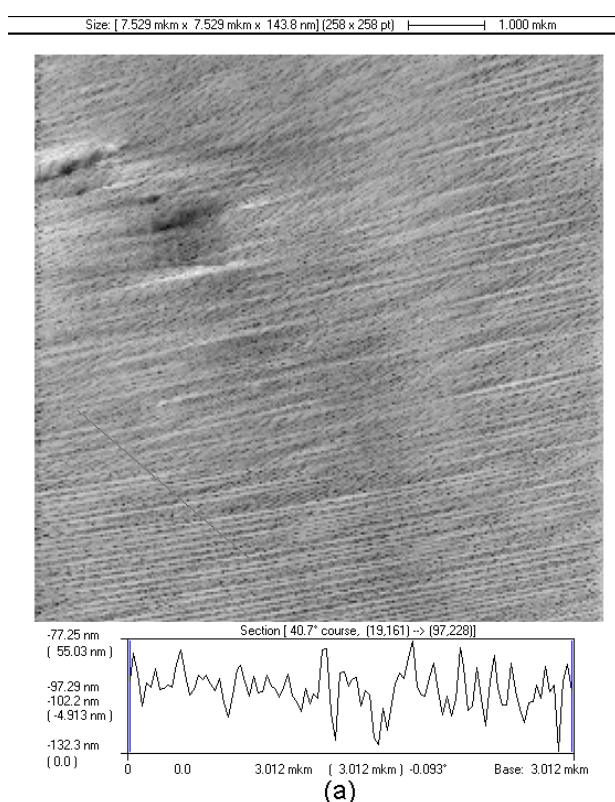


Рис. 6. Поперечное сечение поверхности монокристалла висмута во внедефектной области и профиль сечения (а).

В выделенных выше дефектных областях были проведены более подробные исследования. Направление поперечного разреза в области дефекта в левом верхнем углу приведено на рисунке 7. Дефект представляет собой две ямы разной глубины. На рисунке 8 помещены кривые профиля этого сечения, данные о глубине, общей ширине и ширине дна дефекта. Размер дефекта в этом направлении составляет 630 нм. Размер большего углубления — 376 нм. Ширина дна большего углубления — 59 нм. Ширина меньшего углубления — 257 нм, а ширина его дна — 48 нм. Разность высот наивысшей и наинизшей точек в окрестности дефекта составляет 109 нм.

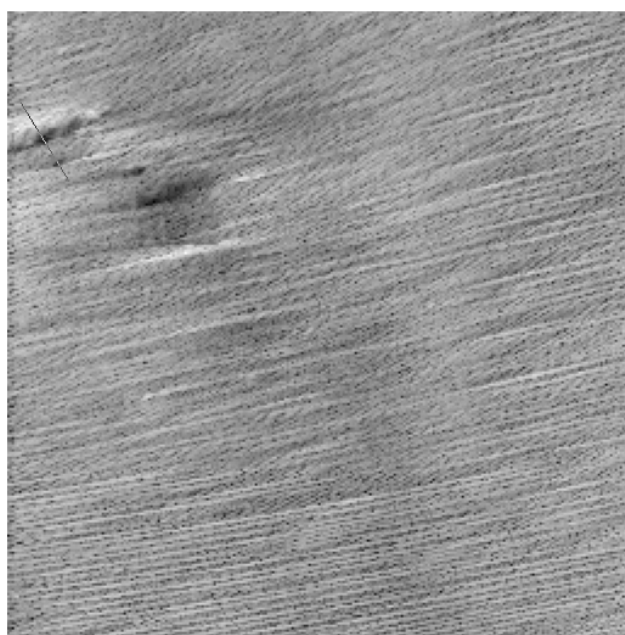


Рис. 7. Поперечное сечение поверхности монокристалла в дефектной области.

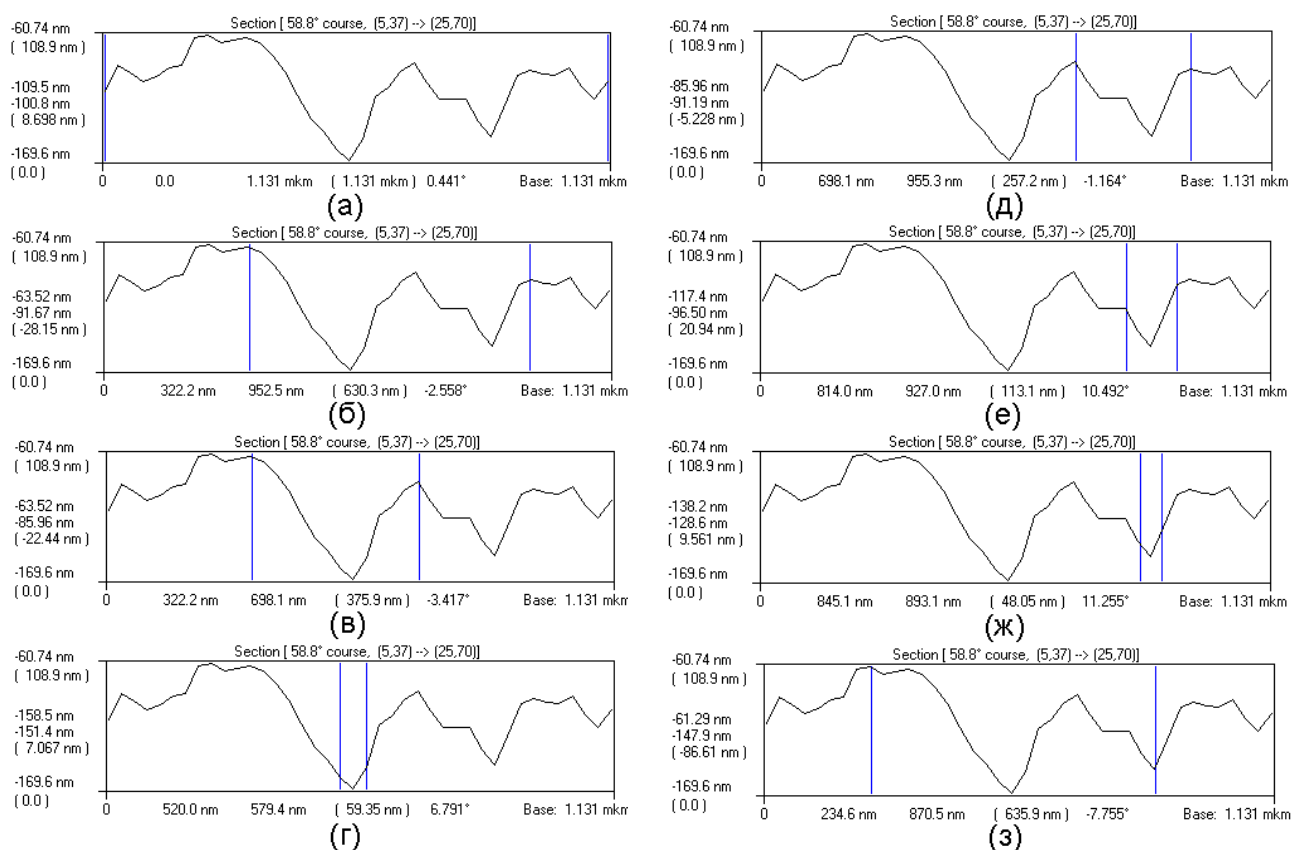


Рис. 8. Профили поперечного сечения рис. 7: (а) — полное сечение; (б) — область дефектов; (в) — первая часть области дефектов; (г) — ширина дна первой части области дефектов; (д), (е) — вторая часть области дефектов; (ж) — ширина дна второй части области дефектов; (з) — разность высот между максимальной точкой дефектной области и минимальной точкой второй части области дефектов.

Size: [7.529 mkm x 7.529 mkm x 143.8 nm] [258 x 258 pt] 1.000 mkm

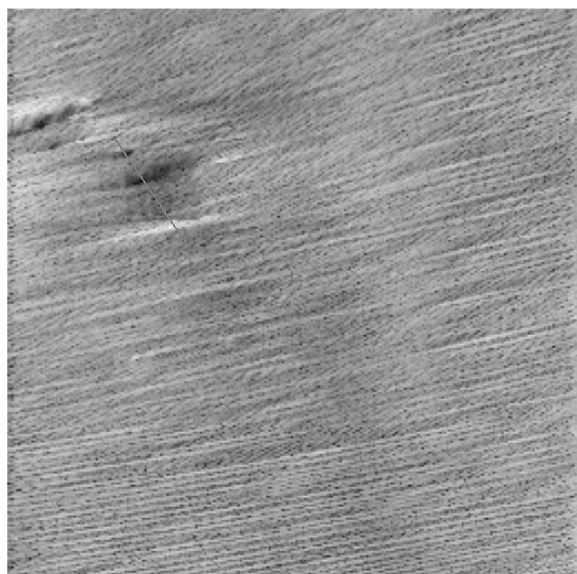


Рис. 9. Поперечное сечение поверхности монокристалла висмута в области дефектного образования.

В области второго дефекта проведен разрез дефекта в направлении, указанном на рисунке 9, а на рисунке 10 изображены профили поперечного сечения, ширина дна дефекта, разность высот между максимумом и минимумом в области дефектов.

Дефект представляет собой одну более глубокую яму на фоне нескольких менее глубоких. Общая ширина дефекта составляет 1246 нм. Ширина наибольшего углубления — 226 нм. Ширина дна ямы — 30 нм. Ширина меньшей ямы составляет 183 нм. Ширина дна ямы — 47 нм. Разность высот в пределах дефекта составляет 107 нм.

Рисунок 10 показывает трехмерную картину рассматриваемого участка поверхности.

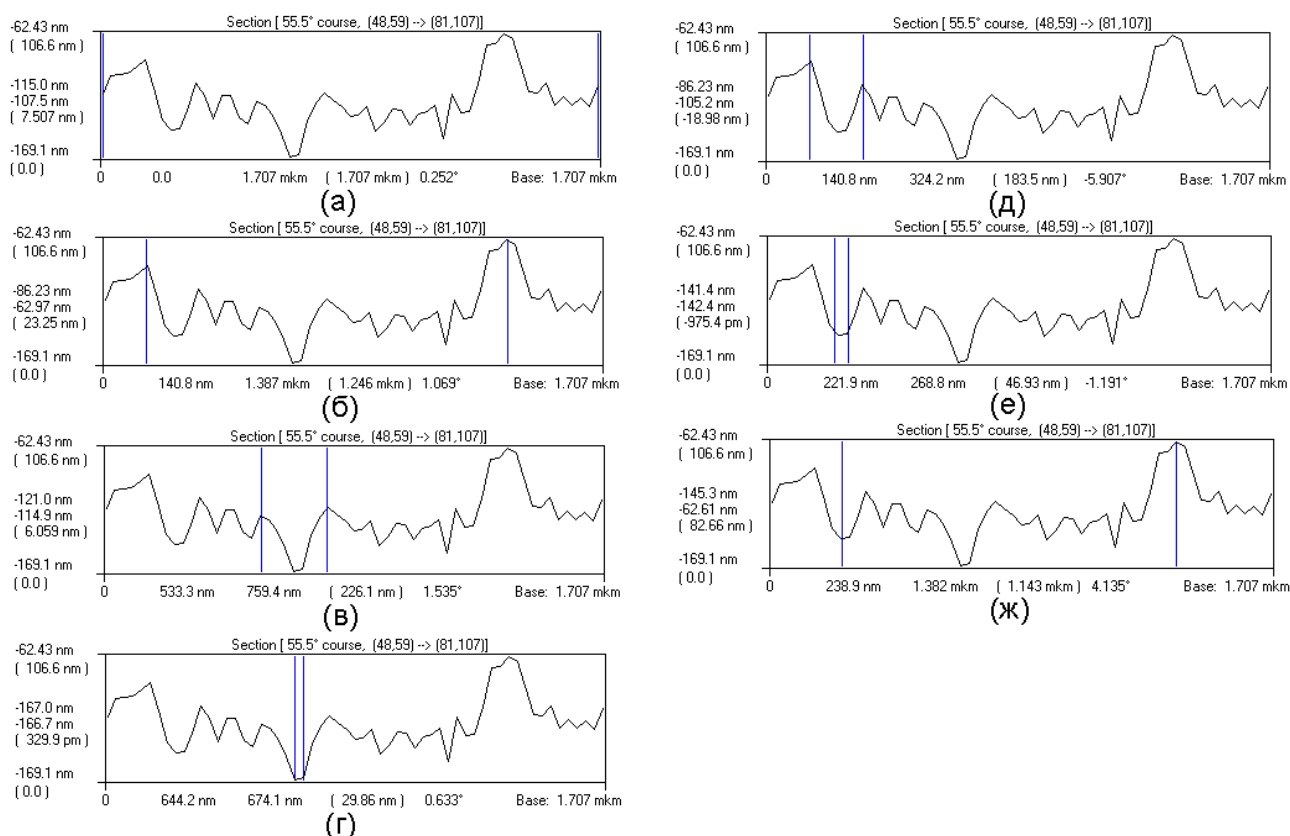


Рис. 10. Профили поперечного сечения рис. 6: (а) — полное сечение; (б) — область дефектов; (в) — первая часть области дефектов; (г) — ширина дна первой части области дефектов; (д) — вторая часть области дефектов; (е) — ширина дна второй части области дефектов; (ж) — разность высот между максимальной точкой дефектной области и минимальной точкой второй части области дефектов.

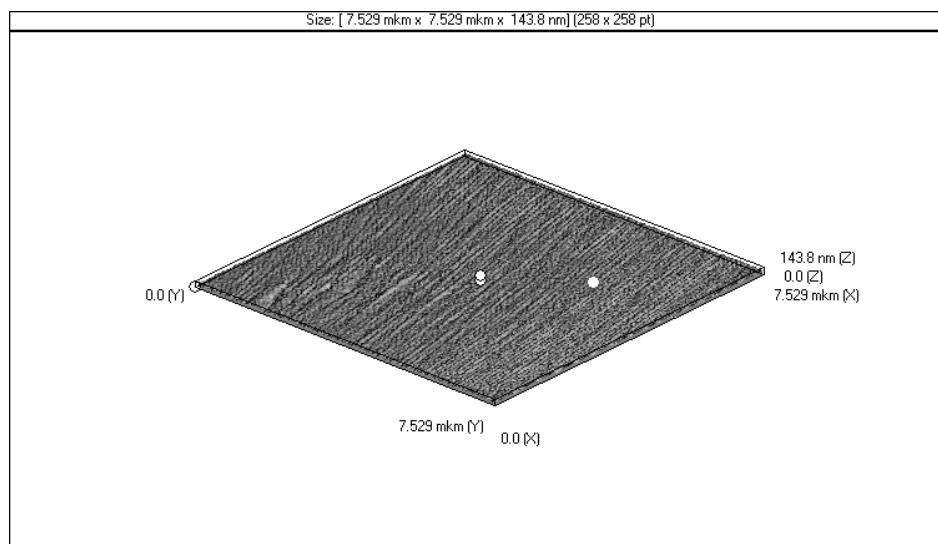


Рис. 11. Трехмерный вид того же участка поверхности.

При большем увеличении был сканирован другой участок поверхности монокристалла, для чего было выбрано поле в 2.813/2.813 мкм с количеством точек 193/193. На одну точку приходится, таким образом, около 15 нм. Вид поверхности (рис. 12) указывает на однородность монокристалла с указанным разрешением.

Size: [2.813 mkm x 2.813 mkm x 215.2 nm] (193 x 193 pt) 500.0 nm

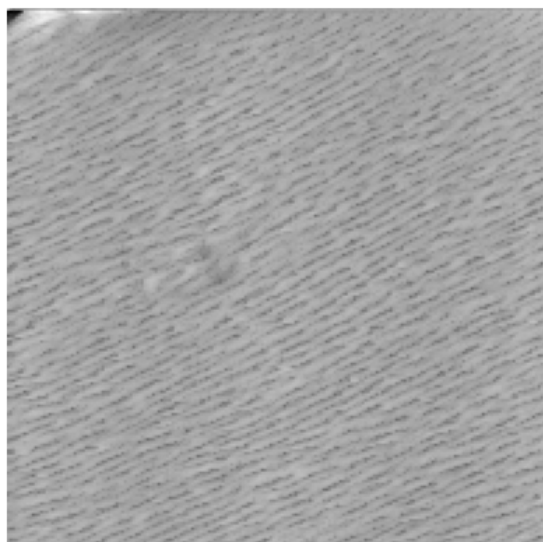


Рис. 12. Вид поверхности монокристалла висмута.
Сканирование вдоль координаты X.

В левом верхнем углу и в центре кадра обращают на себя внимание две дефектные области (рис. 13).

Size: [2.813 mkm x 2.813 mkm x 215.2 nm] (193 x 193 pt) 500.0 nm

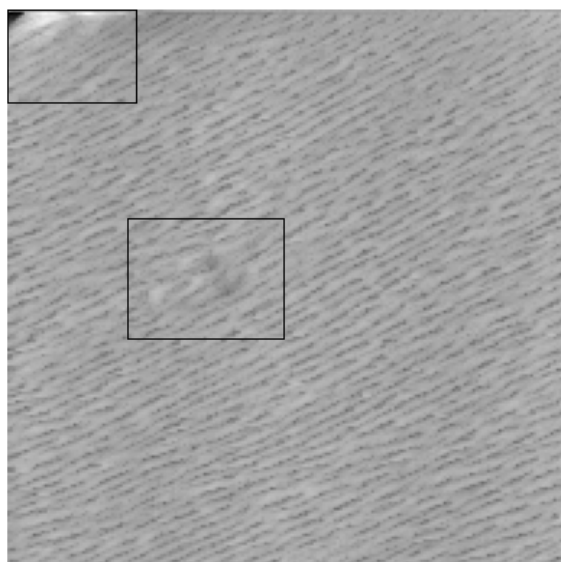


Рис. 13. Выделенные области дефектов.

В областях вне дефектов сделаны сечения (рис. 14, 15, 16). Амплитуда колебаний меньше, чем в предыдущем случае.

Size: [2.813 mkm x 2.813 mkm x 215.2 nm] (193 x 193 pt) 500.0 nm

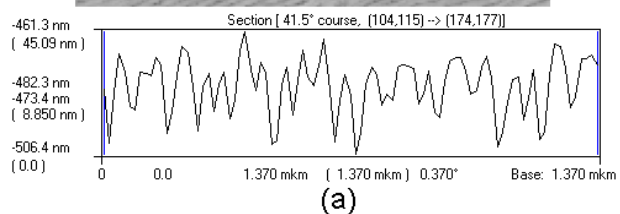
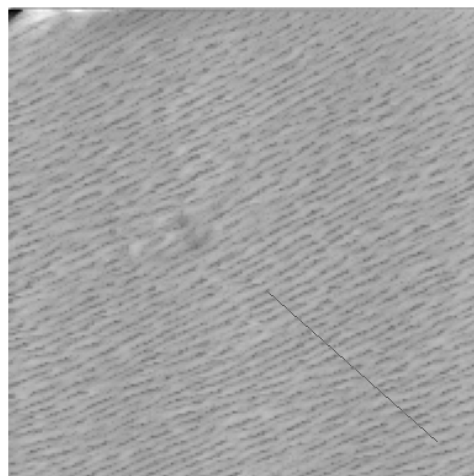


Рис. 14. Поперечное сечение внедефектной области и
профиль сечения (a).

Size: [2.813 mkm x 2.813 mkm x 215.2 nm] (193 x 193 pt) 500.0 nm

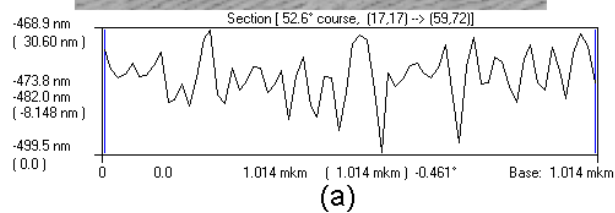
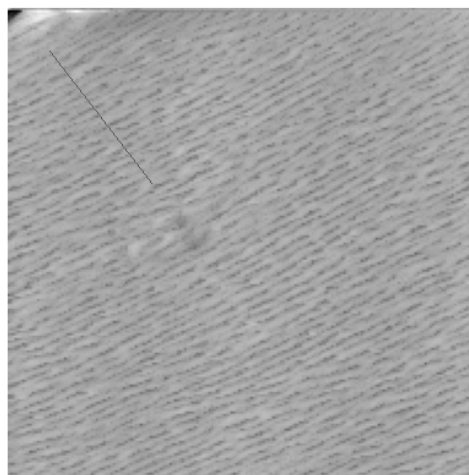


Рис. 15. Поперечное сечение внедефектной области и
профиль сечения (a).

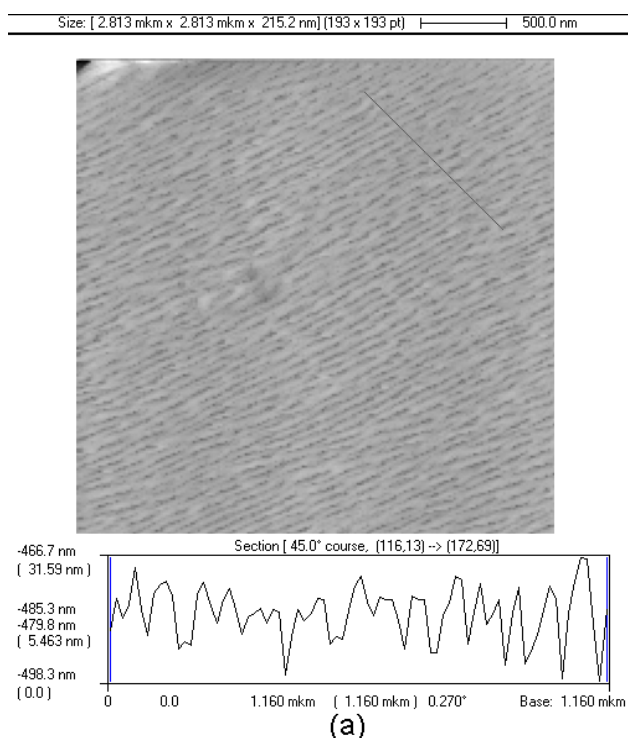


Рис. 16. Поперечное сечение внедефектной области и профиль сечения (a).

В области дефектов проведены подробные исследования размеров дефектов (рис. 17, 18, 19, 20). Дефект на рис. 18 представляет собой глубокую яму. Ширина ямы дефекта (рис. 18) составляет 129 нм, ширина дна этой ямы — 30 нм.

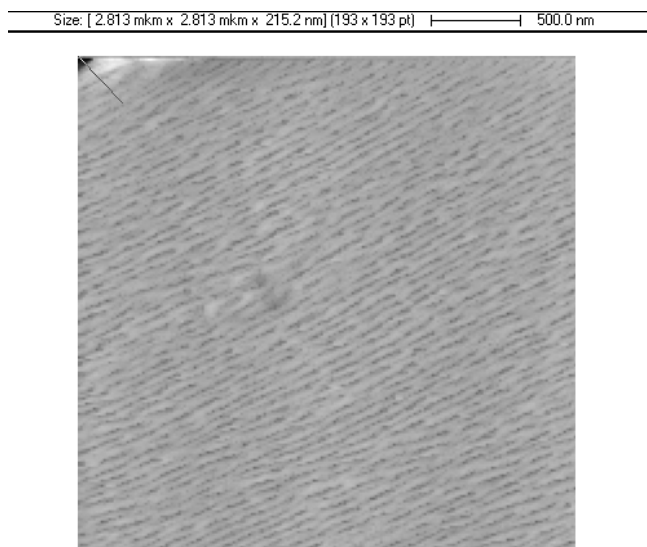


Рис. 17. Поперечное сечение первого дефектного образования.

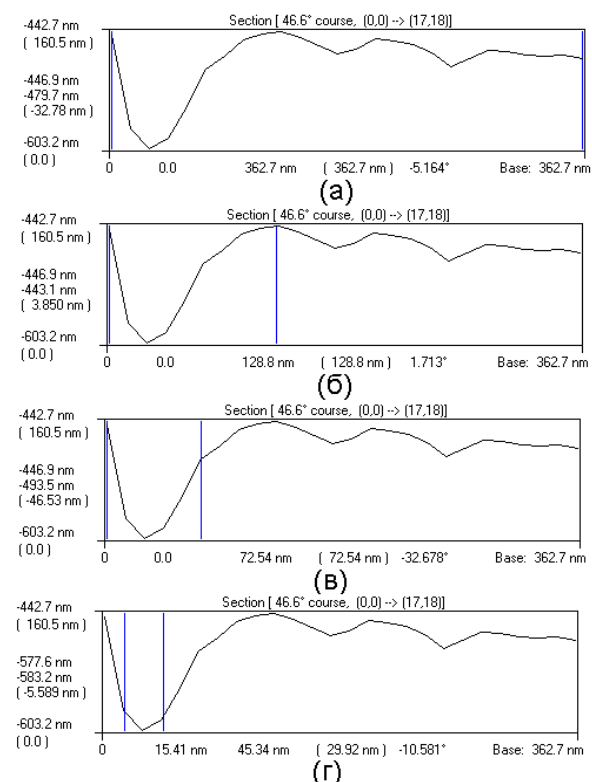


Рис. 18. Профили сечения рисунка 6: (a) — полное сечение; (б) — область дефектов; (в) — ширина основной части области дефектов; (г) — ширина дна основной части области дефектов.

Более сложную структуру имеет вторая дефектная область. Это совокупность ям небольшого размера. Размер области из двух наиболее глубоких ям — 279 нм. Более глубокая яма имеет ширину 118 нм, менее глубокая — 89 нм.

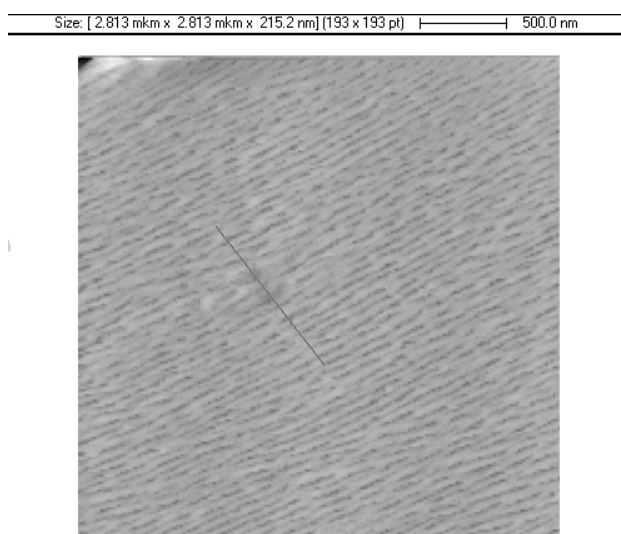


Рис. 19. Поперечное сечение второго дефектного образования.

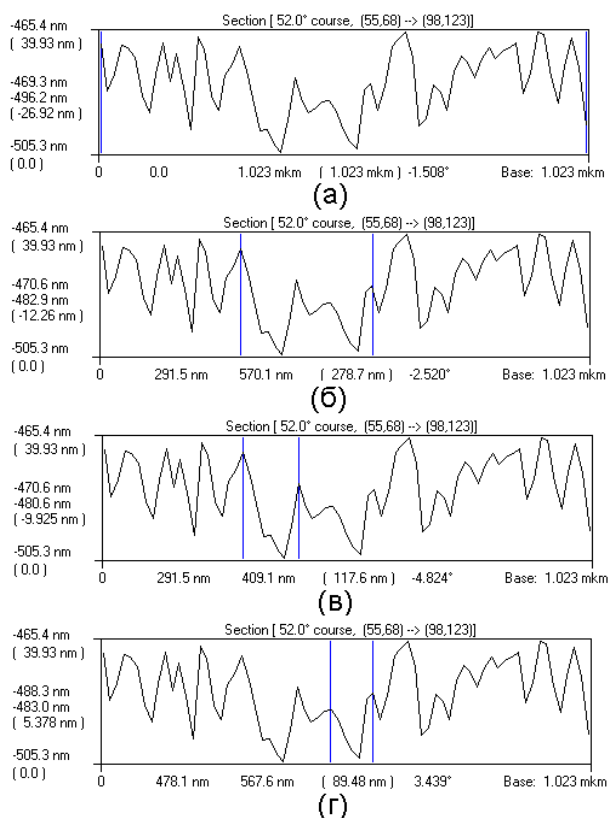


Рис. 20. Профили поперечного сечения поверхности рис. 7: (а) — полное сечение; (б) — область дефектов; (в) — первая часть области дефектов; (г) — вторая часть области дефектов.

Трехмерное изображение данного участка поверхности приводится на рис. 21.

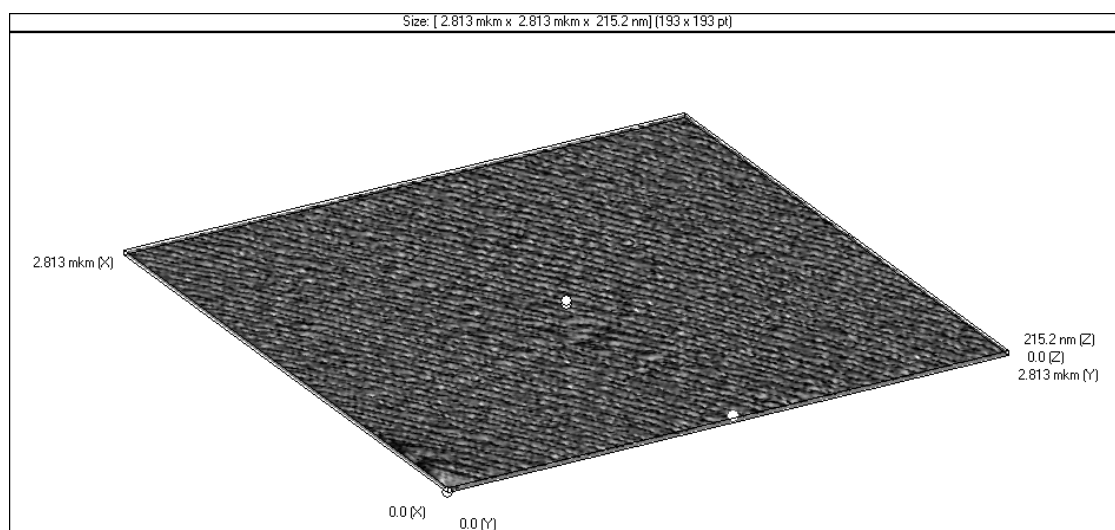


Рис. 21. Трехмерное изображение поверхности.

Природа наблюдаемых дефектов выясняется.

Заключение

Исследовались монокристаллы висмута, полученные методом зонной перекристаллизации, с помощью сканирующей туннельной микроскопии с использованием мультимикроскопа СММ-2000 на базе лаборатории Орловского государственного университета (2009 год). Получены качественные двух- и трехмерные кадры поверхности скола образца монокристалла висмута. В работе показано, что использование одних только традиционных методов анализа качества монокристаллов (металлографические методы) недостаточно информативно, поскольку они не дают соответствующего разрешения, и поэтому для получения более полных сведений необходимо использовать метод сканирующей туннельной микроскопии. Использование традиционных методов контроля наряду со сканирующей туннельной микроскопией позволяет получить более подробную картину качества и совершенства монокристаллов, что даст возможность проанализировать причины вариаций параметров монокристаллов висмута. Использование комплексного подхода к исследованию монокристаллов (химическое травление, металлографический и рентгеновский анализы, СТМ) позволит осуществлять контроль степени их дефектности, выявлять их влияние на физические свойства, что позволяет достичь воспроизводимости свойств получаемых монокристаллов.

Библиографический список

1. Л.А. Фальковский. Физические свойства висмута // УФН. — 1968. — Т. 94, вып. 1. — Стр. 3–41.
2. В.С. Эдельман. Свойства электронов в висмуте // УФН. — 1977. — Т. 123, вып. 2. — Стр. 257–287.
3. Приборы и методы физического металловедения/ Под ред. Ф. Вейнберга. Вып. 1. — М.: Мир, 1973. — 427 с.
4. Логинов Б.А. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия: пособие по работе на микроскопе СММ-2000. — М.: ГОУ МИФИ (ГУ), 2007. — 92 с.
5. Трояновский А.М., Эдельман В.С. Амплитуда атомной гофрировки поверхности скола висмута, измеренная сканирующим туннельным микроскопом // Письма в ЖЭТФ. — Т. 60. — В. 4. — С. 285–289.

O.I. MARKOV, U.V. KHRIPUNOV

RESEARCH OF THE SURFACE OF THE SINGLE CRYSTALS OF BISMUTH BY THE SCANNING TUNNEL MICROSCOPE

The scanning tunnel microscopy a single crystals of bismuth on a basic surface is lead. Bidimentional and three-dimensional images of various sites of single crystals of bismuth are received.

The key-words: scanning, tunnel microscopy, single crystals, basic surface, bismuth.

О.И. МАРКОВ, кандидат физико-математических наук, доцент, профессор
кафедры теоретической физики и математического моделирования
Орловского государственного университета
Тел. (0862) 43-05-73; O.I.Markov@mail.ru

МАГНИТОТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДОБРОТНОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$

В статье приводятся результаты расчетов магнитотермоэлектрической добротности сплавов $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$.

1. Введение

Низкотемпературные охладители ($T < 200\text{K}$) представляют интерес при создании криостатированных фотоприемных устройств для внеатмосферной астрономии, космических аппаратов, применяемых при зондировании Земли и планет в инфракрасном диапазоне, и мн. др. В этих устройствах преимущества термоэлектрических холодильников наиболее ощутимы. Охлаждение чувствительного элемента до рабочей температуры 195–205 К реализуется с помощью трех- или четырехкаскадного полупроводникового холодильника. Известно, что монокристаллы сплавов висмут-сурьма являются самыми эффективными термоэлектриками в низкотемпературных каскадах. Отсутствие свинца делает эти сплавы более привлекательными в качестве материалов для изготовления ветвей термоэлементов, поскольку свинец относится к группе токсичных веществ, утилизация которых затруднительна и его использование вызывает активный протест европейских экологов.

Для достижения более низких температур необходимо применять материалы с высокими термоэлектрическими свойствами. Свойства термоэлектрических материалов в значительной степени определяются составом, характером распределения входящих в материал компонентов, а также дефектностью структуры. Образцы ветвей термоэлементов заметно различаются по термоэлектрической добротности вследствие изменения концентрации носителей, что обуславливает разброс термоэлектрических параметров между образцами и в пределах одного образца. Основной причиной отличия свойств отдельных образцов является качество выращенных монокристаллов сплавов висмут-сурьма. Поэтому очень важен контроль качества выращиваемых монокристаллов [1].

Одна из возможностей повышения добротности сплавов висмут-сурьма состоит в использовании магнитного поля [2]. В данной статье приводятся результаты расчета магнитотермоэлектрической добротности высококачественных монокристаллов твердых растворов $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$. Несмотря на многочисленные исследования термоэлектрической добротности сплавов висмут-сурьма [3–8], в литературе практически отсутствуют данные по ее температурной зависимости. Представленные в данной работе результаты исследования магнитотермоэлектрической добротности позволяют получить достаточно полную картину термоэлектрических свойств кристаллов $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$.

2. Методика эксперимента

Несходство в свойствах можно объяснить как разбросом чистоты исходных материалов, так и различными условиями роста. Полуметаллы типа висмута и его сплавы склонны к образованию микро- и макроскопических кристаллических дефектов. Несмотря на близость составов сплавов висмут-сурьма, полученных разными авторами, совокупность микродефектов в этих кристаллах будет существенно различаться из-за особенностей технологии выращивания. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо представлять условия роста кристаллов, в зависимости от которых тип дефектов, их размер и количество могут быть различны. Все они в той или иной мере оказывают влияние на термоэлектрическую добротность. В качестве исходных компонентов твердого раствора использовались висмут марки Ви-0000 (ГОСТ 28–75) и сурьма марки СУ-000 (ГОСТ 1089–82). Важным показателем чистоты исходного висмута и степени совершенства монокристалла является отношение удельного сопротивления кристалла при $T = 300\text{ К}$ к его значению при 4.2 К . Величина этого отношения для используемого висмута составляла не менее 400–600. При меньших значениях отношения исходный висмут подвергался дополнительной зонной очистке. Обезгаживание висмута проводилось путем нагрева в вакууме $10^{-3} - 10^{-4}$ мм рт. ст. при температуре несколько выше температуры плавления в течение 1 часа при непрерывной откачке, с последующей капиллярной очисткой. В качестве контейнеров использовались ампулы из молибденового стекла С-48. Откачка ампул до 10^{-4} мм рт. ст. проводилась при температуре 200°C в течение суток и их герметизации запаиванием в откачанном состоянии. Для сплавления и перемешивания компонентов материал в вакуумированных ампулах помещался в качающуюся печь и выдерживался при температуре $300-350^\circ\text{C}$ в течение суток. Затем проводилось процеживание через капилляр с целью очистки от окислов.

Монокристаллы висмут-сурьма выращивались методом зонной перекристаллизации [9] на четном проходе зоны со скоростью $0,5\text{ мм/ч}$ после предварительного выравнивания и распределения компонентов нечетным числом проходов зоны со

скоростью 2 см/ч при ширине расплавленной зоны $20-25\text{ мм}$. Данная методика выращивания была выбрана вследствие сочетания технической простоты и высокого качества монокристаллов. Такая методика выращивания дает более высокий выход качественных монокристаллов.

Необходимая кристаллографическая ориентация слитка задается затравкой. Однако это не гарантирует получение монокристаллического слитка, т.к. вблизи затравки часто возникает несколько блоков, имеющих другую ориентацию, которые прорастают через весь кристалл. Причиной появления дополнительных центров является малый размер затравки. Для предотвращения дефектообразования уже выращенных монокристаллов проводилось травление стекла плавиковой кислотой, а для вырезания образцов использовался электроискровой метод.

Образцы для исследований вырезались из средней части слитков. Совершенство кристаллической структуры монокристаллов висмут-сурьма изучалось на плоскости (111). Для минимизации вносимых дефектов образцы охлаждались до температуры жидкого азота и скалывались по плоскости совершенной спайности (111). Основным методом обнаружения макроскопических дефектов был и остается металлографический анализ. Проводился анализ физико-химических свойств материалов монокристаллов и возможных компонентов включений, для выявления последних использовался метод химического травления смесью $\text{HNO}_3 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

В нашей работе использовались стандартные методики экспериментального исследования явлений переноса. При этом были учтены особенности физических свойств исследованных сплавов. К ним относятся высокая термоэлектрическая эффективность и сильная анизотропия кристаллов. Для измерения гальвано-термомагнитных эффектов в монокристаллических сплавах висмут-сурьма была использована установка, которая позволяла измерять удельное сопротивление, теплопроводность, термоэдс, магнитосопротивление, продольный эффект Нернста—Эттингсгаузена, эффект Маджи—Риги—Ледюка в интервале температур $77-300\text{ К}$ в магнитных полях $0-10\text{ кГс}$.

Для измерения гальваномагнитных коэффици-

ентов оптимальными являются изотермические условия. Источником неизотермичности являются эффекты Джоуля и Пельтье. Если теплоту Джоуля можно сделать пренебрежимо малой выбором плотности тока, то теплота Пельтье линейно зависит от величины тока, и ее нельзя сделать пренебрежимо малой. Вследствие этого к сигналу изотермического сопротивления будет добавляться сигнал термоэдс. Точность измерения гальваномагнитных эффектов связана с влиянием паразитных термоэдс, возникновение которых обязано неэквивалентности холловских зондов, неизотермичности и т.д. Суммарную ЭДС, измеряемую на потенциальных зондах, можно представить составляющей из следующих компонент:

$$E = E_x + E_R + E_{\mathcal{E}} + E_{H\mathcal{E}} + E_{RI} + E_a + E_{aI} + E_{H\mathcal{E}} + E_{RPI} \quad (1)$$

где E_x — изотермическая ЭДС Холла,

E_R — омическое падение напряжения, обусловленное тем, что зонды находятся не на одной эквивалентной поверхности,

$E_{\mathcal{E}}$ — поперечная ЭДС, накладываемая на ЭДС Холла, которая возникает в образце с коэффициентом термоЭДС, а за счет перепада температур — из-за эффекта Эттингсгаузена,

$E_{H\mathcal{E}}$ — поперечное электрическое поле, обычный эффект Нернста—Эттингсгаузена, причем продольный градиент температуры создается эффектом Риги — Ледюка,

E_a — термоэдс, возникающая при наличии случайного, неконтролируемого поперечного перепада температур,

E_{aI} , $E_{H\mathcal{E}I}$, E_{RPI} — дополнительные поперечные термоэдс, ЭДС, обусловленные эффектами Нернста—Эттингсгаузена и Риги—Ледюка, появившиеся в полупроводниковых материалах с высоким коэффициентом термоэдс вследствие продольного перепада температур, обусловленного эффектом Пельтье.

При измерении магнитосопротивления снимаемая ЭДС состоит из следующих частей:

$$E = E_{p0} + E_{\Delta p} + E_{\alpha}^{PP} + E_{aI}^{PP} + E_{H\mathcal{E}I}^{PP} + E_H + E_{MRPI} + E_{H\mathcal{E}}^{PP}, \quad (2)$$

где E_{p0} — омическое падение напряжения на образце,

$E_{\Delta p}$ — изменение падения напряжения на образце в магнитном поле,

E_{α}^{PP} и $E_{H\mathcal{E}}^{PP}$ — термоэдс, обусловленные продольным перепадом температуры и ее изменением в магнитном поле,

E_{aI}^{PP} и E_{α}^{PP} — термоэдс, вызванные дополнительным перепадом температуры, в силу эффекта Пельтье,

E_H — ЭДС, связанная с продольным гальваномагнитным эффектом Нернста,

E_{MRPI} — ЭДС, вызванная появлением продольного перепада температур при изменении теплопроводности в магнитном поле.

Был использован метод измерения гальваномагнитных явлений, не требующий создания стационарных условий и позволяющий значительно ускорить процесс измерения. Метод основан на различной инертности изотермических и неизотермических эффектов. Поэтому, включая и выключая ток и магнитное поле в определенной последовательности, можно разделить и измерить безынерционные и инерционные гальванотермомагнитные эффекты. Данная методика была взята за основу при измерении гальваномагнитных эффектов термоэлектрических материалов в неизотермических условиях.

Точное измерение теплопроводности представляет собой весьма трудную задачу, что обусловлено сложностью определения величины теплового потока и учета рассеяния теплоты. Для металлов, полуметаллов и полупроводников в области низких температур хорошие результаты дает стационарный метод измерения теплопроводности в высоком вакууме.

3. Результаты и обсуждение

Сплавы висмут-сурьма с содержанием сурьмы от 7 до 20 ат. % имеют слабое перекрытие зон, переходящее в зазор при $T < 180$ К (рис.1.), т.е. становятся полупроводниками с узкой шириной запрещенной зоны.

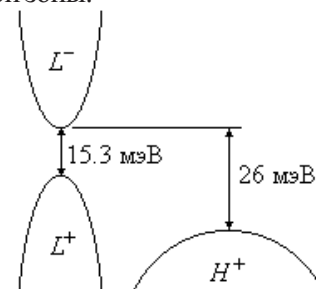


Рис. 1. Энергетическая схема сплава $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$.

Кристаллы висмут-сурьма являются самыми высокоэффективными термоэлектрическими материалами *n*-типа. Это связано с тем, что эффективная масса плотности состояний валентной зоны выше по сравнению с зоной проводимости и парциальная термоэдс дырок превышает электронную. Однако число эквивалентных долин больше, а подвижность больше у электронов, так что результирующая термоэдс является отрицательной.

Термоэлектрическая эффективность определяется известной формулой [10]

$$Z = \frac{\alpha^2}{\rho\chi}, \quad (3)$$

где α — дифференциальная термоэдс, ρ — удельное сопротивление, χ — удельная теплопроводность. Термоэлектрическая добротность сплавов висмут-сурьма является величиной анизотропной. При $T < 180$ К сплавы $\text{Bi}_{0.88}\text{Sb}_{0.12}$ имеют рекордно высокие значения термоэлектрической эффективности $Z_{33} = (5-6) \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Однако большим недостатком образцов данного направления является их низкая механическая прочность, что значительно затрудняет их практическое применение. Поэтому в данной работе внимание было уделено монокристаллам другой ориентации. Нами измерялась компонента α_{11} , ρ_{11} и χ_{11} тензоров термоэдс, электросопротивления и теплопроводности. Поскольку термоэдс и теплопроводность измеряются в одном эксперименте, а электросопротивление в другом, то трудно достичь абсолютного совпадения по температуре в двух сериях измерений и непосредственный подсчет Z по формуле (3) приведет к дополнительным погрешностям. Поэтому в данной работе использовался такой метод подсчета добротности: сначала проводилась аппроксимация экспериментальных данных по дифференциальной термоэдс α , удельного электросопротивления ρ и удельной теплопроводности χ кубическими сплайнами, и затем проводилось перемножение сплайнов по формуле (3).

Термоэлектрические свойства сплавов висмут-сурьма являются особенно интересными при наложении магнитного поля. При возрастании индукции магнитного поля дифференциальная термоэдс сначала растет, но затем достигает насыщения, а удельное сопротивление продолжает возрастать

монотонно с магнитным полем. Теплопроводность в магнитном поле уменьшается, приближаясь к решеточной части, которая составляет около половины полной. При этом отношение электропроводности и теплопроводности уменьшается. Поэтому в зависимости от индукции магнитного поля добротность сначала возрастает, затем достигает максимума и далее уменьшается. Поэтому основная причина улучшения добротности состоит в сильном изменении дифференциальной термоэдс. Магнитное поле способствует увеличению термоэлектрической добротности сплавов висмут-сурьма, которая достигает значений в 1,5 раза больших по сравнению с добротностью в нулевом магнитном поле.

Изменение Z в магнитном поле зависит от содержания сурьмы в сплаве и от ориентации образца относительно кристаллографических осей. Максимум магнитотермоэлектрической эффективности для сплавов висмут-сурьма имеет место, когда электрический ток направлен вдоль тригональной оси, а магнитное поле параллельно биссекторной оси. В данной работе ориентация образцов была такой, что биссекторная ось направлялась вдоль тока или температурного градиента, магнитное поле направлено параллельно бинарной оси, т.е. измерялась компонента термоэлектрической добротности Z_{112} .

Эффект увеличения Z в BiSb магнитным полем может быть легко объяснен, если привлечь представления о структуре энергетических зон. Дифференциальная термоэдс α^- для электронов из-за неквадратичности зоны проводимости сильно возрастает в магнитном поле. При этом нарастание идет быстро в слабых полях и достигает затем насыщения. Парциальная термоэдс дырок α^+ , если время релаксации от энергии не зависит, а зона имеет квадратичный закон дисперсии, предполагая, что основной вклад дает группа дырок с экстремумом в точке T , не будет зависеть от магнитного поля. В магнитном поле падает электропроводность в слабых полях по квадратичному закону. Однако в слабом поле эффект падения электропроводности и электронов и дырок значительно меньше, чем изменение парциальной термоэдс электронов α^- в сторону увеличения. Поэтому из формулы

$$\alpha = \frac{\alpha^- \sigma^- + \alpha^+ \sigma^+}{\sigma^- + \sigma^+} \quad (4)$$

вытекает, что слагаемое $\alpha^- \sigma^-$ растет за счет преобладания роста парциальной термоэдс α^- над падением парциальной электропроводности σ^- . Слагаемое $\alpha^+ \sigma^+$ падает монотонно за счет падения парциальной электропроводности σ^+ . Данное

объяснение не отражает всей сложности эффектов в узкозонных полупроводниках, т.к. не учитываются существование эквивалентных экстремумов, энергетических зон, лежащих выше и ниже экстремумов, изменение характера рассеяния носителей при понижении температуры, роль различных дефектов решетки и т.д.

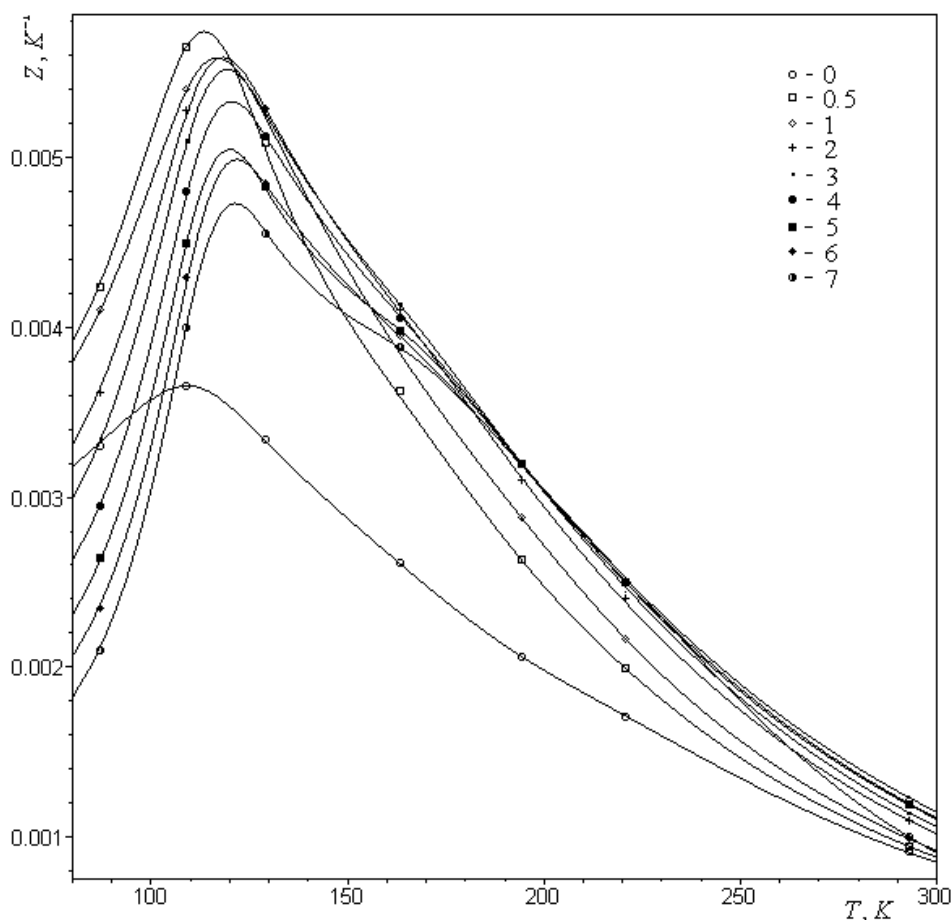


Рис. 2. Температурная зависимость термомагнитной добротности сплава $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$.

Результаты расчета термоэлектрической добротности монокристаллов сплавов висмут-сурьма приведены на рис. 2. В правом верхнем углу рисунка приведены обозначения опорных точек кривых и величина магнитной индукции в килогауссах. Как видно из графиков, все кривые, описывающие термоэлектрическую добротность, достигают максимальных значений в указанном интервале температур и магнитных полей. В нулевом поле максимальное значение $Z_{11} = 3,6 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ приходится на 110 К. В области

азотных температур, несмотря на то, что в этой области дифференциальная термоэдс достигает наибольших значений, значительное удельное сопротивление приводит к сравнительно низким значениям добротности. При температурах выше 110–120 К происходит падение добротности за счет уменьшения термоэдс. В поле 0,5 кГс максимальная добротность возрастает до значения $Z_{112} = 5,66 \cdot 10^{-3} K^{-1}$, т.е. в 1,6 раза. В области азотных температур с ростом магнитного поля происходит резкое падение добротности.

Вблизи комнатной температуры с ростом поля происходит и рост добротности, но настолько незначительный, что не представляет скольконибудь практического значения.

4. Заключение

Измерения дифференциальной термоэдс, удельного электрического сопротивления и удельной теплопроводности нелегированных сплавов висмут-сурьма проводились на высокоомогенных монокристаллах в диапазоне температур 77–300 К и в магнитных полях до 7 кГс в направлении бисекторной оси. По этим экспериментальным данным была рассчитана термоэлектрическая эффек-

тивность. Нелегированный сплав $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$ п-типа дает наибольшую магнитотермоэлектрическую эффективность при температуре 110 К в поперечном поле 0,5 кГс. Повышение термоэлектрической добротности кристаллов висмут-сурьма в поперечном магнитном поле обусловлено возрастанием термоэдс и уменьшением теплопроводности при относительно малом возрастании удельного сопротивления. Наблюдаемое увеличение термоэлектрической добротности в магнитном поле объясняется изменением парциальных вкладов электронов и дырок в эффекты переноса и изменением соотношения этих вкладов под действием магнитного поля.

Библиографический список

1. О.И. Марков. Неразрушающий контроль состава и качества монокристаллов твердых растворов висмут-сурьма // Контроль, Диагностика. — 2007. — № 2. — С. 69–72.
2. R. Wolf, G.E. Smith. Effects of a magnetic field on the Thermoelectric Properties of a Bismuth-Antimony Alloy // Appl. Phys. Letters. 1962. Vol. 1. № 1. Pp. 5–7.
3. H.J. Goldsmid. Bismuth-Antimony Alloys // Physica Status Solidi (a), 1970. Vol. 1. № 1. Pp. 7–28.
4. Г.А. Иванов, В.А. Куликов, В.Л. Налетов, А.Ф. Панарин, А.Р. Регель. Термоэлектрическая добротность чистых и легированных сплавов висмут-сурьма в магнитном поле // ФТП. — 1972. — Т. 6. В. 7. — С. 1296–1299.
5. W.M. Yim and A. Amith. Bi-Sb alloys for magneto-thermoelectric and thermomagnetic cooling // Solid- State Electronics. 1972. Vol. 15. pp. 1141–1165.
6. В.С. Земсков, В.П. Гусаков, А.Д. Белая, С.А. Рослов. Термоэлектрические свойства сплавов Bi-Sb в магнитном поле // Изв. АН СССР. Металлы. — 1975. — № 3. — С. 189–203.
7. Н.И. Варич, П.П. Микитей, В.С. Земсков, В.В. Рождественская. Магнитотермоэлектрическая добротность монокристаллов Bi-Sb, полученных методом Чохральского // Неорганические материалы. — 1976. — Том. 12. — № 6. — С. 1113–1114.
8. V.M. Grabov, O.N. Uryupin. Magneto-thermoelectric properties of undoped and doped Bi-Sb single crystals // Proceedings of the 16th International Conference on Thermoelectrics. Dresden, Germany. 1997. Pp. 176–179.
9. Г.Н. Колпачников, В.Л. Налетов. Выращивание монокристаллов Bi-Sb методом зонной перекристаллизации // Полуметаллы. Ученые записки ЛГПИ им. А.И. Герцена. — Л., 1968. — Т. 384. Вып. 4. — С. 3–6.
10. Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1960. — 188 с.

O.I. MARKOV

MAGNETO-THERMOELECTRIC FIGURE OF MERIT OF SINGLE CRYSTALS OF SOLID SOLUTIONS

In paper results of calculations magneto-thermoelectric figure of merit of alloys $Bi_{0.88}Sb_{0.12}$ are resulted.

М. А. ТАРАСОВА, к.т.н., доцент кафедры «Физика»
Орловского государственного технического университета
Тел. 8-960-652-94-79

Т. С. РОГОЖИНА, кандидат физ.-мат. н., доцент кафедры «Физика»
Орловского государственного технического университета
Тел. (4862) 43-12-51

Ю. В. МОСИН, кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры «Физика»
Орловского государственного технического университета
Тел. (4862) 41-98-89, martar1@yandex.ru

КОНЦЕПЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

В статье рассмотрены концепции технологии формирования межпредметных связей физики, химии, биологии; основой формирования является принцип диалектического материализма, ядром – естественнонаучная теория, объединяющая понятия, законы, принципы, модели; межпредметная связь осуществляется от базового предмета к связанному, при этом устанавливается свойство материи, определяющее эту связь; результатом процесса формирования МПС является дидактическая структура (обобщающие знания), формируемая на принципе развивающего образования.

Ключевые слова: межпредметные связи; физика; диалектика; диалектический материализм; картина мира; естественнонаучная теория; связь; преемственность, системность, дидактика, развивающее образование.

Школа в наше время как никогда несет ответственность перед обществом за качество образования выпускника, потому что уровень его общеобразовательной подготовки определяет базис общей культуры человека, стиль его мышления, мировоззрение, духовное развитие. Основные задачи модернизации российского образования (повышение качества, эффективности, доступности) предполагают значительное обновление содержания обучения, приведение его в соответствие с задачами развития общества, страны в целом. Общие тенденции в развитии образования на международном (Болонский процесс) и общероссийском (Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации № 1756-Р от 29 декабря 2001 г.) уровнях способствуют разработке педагогической концепции, ориентированной не только на усвоение обучающимися определенной суммы знаний, но и на развитие их личности, познавательных способностей.

Модернизация российского образования требует существенного повышения качества естественнонаучной подготовки выпускников школ, что может быть обеспечено лишь при комплексном решении целого ряда конкретных проблем, накопившихся к настоящему времени. Одной из них является проблема методологических и содер-

жательных основ преемственности физики, химии, биологии. В образовательной области естествознания общефилософский принцип преемственности реализуется через межпредметные связи (МПС) курсов физики, химии, биологии, которые определяют стратегию и логику формирования фундаментальных естественнонаучных понятий и изучения законов и теорий, общих для цикла естественных наук [1].

Научные основы данной педагогической технологии берут начало в трудах видных ученых-педагогов, таких как Ян Амос Коменский, К.Д. Ушинский, Н.К. Крупская и многих других, а также ученых-физиологов И.П. Павлова и И.М. Сеченова. Последние, проанализировав особенности мышления и памяти, пришли к выводу, что обучение не должно ограничиваться лишь внутриспредметными связями, межпредметные связи дают возможность взглянуть на предмет с разных сторон и прочнее запомнить на основе межсистемных ассоциаций весь предмет или явление действительности.

В настоящее время идеи МПС получили свое дальнейшее развитие в работах А.В. Усовой, А.И. Гурьева, В.С. Елагиной, Д.И. Зверева, В.Р. Ильченко, Н.А. Лошкаревой, В.Н. Максимовой, А.В. Петрова, С.М. Похлебаева и других. В этих фундаментальных исследованиях проблема МПС рассматривается как на теоретико-методологическом, так и на методическом уровнях.

Решение проблемы МПС в различных учебных предметах зависит от уровня научного знания, стиля научного мышления ведущих ученых-методистов, мировоззрения педагога, взглядов на цели воспитания и образования, а также от его личностных качеств.

В педагогической науке МПС рассматриваются как дидактическое условие, способствующее повышению научного уровня обучения и формированию научного мировоззрения учащихся, влияющее на основные компоненты процесса обучения: на содержание учебного материала, на методы преподавания, используемые учителем, и методы учения, самостоятельно осуществляемые учащимися. МПС способствуют углубленному пониманию законов природы, раскрывают их применение в науке и различных отраслях производства, то есть имеют политехническое значение.

Успешная реализация учителем межпредметных связей при обучении физике, химии и биологии возможна лишь в том случае, если учителя соответствующих дисциплин будут иметь четкие представления об основных направлениях реализации межпредметных связей и располагать системой методов их осуществления. Учителя должны обладать учебным материалом, дающим возможность раскрыть перед учащимися взаимосвязь и взаимообусловленность химических, биологических и физических явлений, показать как универсальность законов физики для неживой и живой природы, так и специфичность их проявления в химических и биологических процессах, показать взаимное обогащение биологии, химии и физики методами исследования, идеями.

Сегодня во многих работах рассматривается конкретное положение вещей в практике работы школы при осуществлении межпредметных связей в процессе преподавания физики. Так, в работе «Методика преподавания физики в 7–8 классах средней школы» под редакцией А.В. Усовой, исследуется связь курса физики с другими предметами (математикой, химией, биологией, природоведением и географией, занятиями в учебных мастерских и преподаванием гуманитарных предметов). Это по существу первое пособие, системно ориентирующее учителей на реализацию межпредметных связей в процессе обучения физике. В нем достаточно убедительно показано, что «межпредметные связи действуют формированию у учащихся цельного представления о явлениях природы, помогают учащимся использовать свои знания при изучении различных учебных предметов».

С целью изучения современного состояния проблемы реализации межпредметных связей в основной, средней и высшей школах были организованы и проведены в период с 1996 по 2001 год три научно-практические конференции всероссийского и международного уровней. В общей сложности в данных конференциях приняли участие около 1000 ученых-методистов и учителей-практиков. Подводя итоги А.И. Гурьев констатировал, что в настоящее время налицо полное осознание необходимости внедрения в учебный процесс школ и вузов основных положений личностно ориентированной технологии развивающего обучения, опи-

рающей на основополагающий дидактический принцип межпредметных связей.

Существует множество определений сущности педагогической технологии – термина, ставшего довольно популярным в последнее десятилетие.

- Технология – это совокупность приемов, применяемых в каком-либо деле, в искусстве («Толковый словарь»).
- Педагогическая технология – это содержательная техника реализации учебного процесса (В.П. Беспалько).
- Педагогическая технология – это описание процесса достижения планируемых результатов обучения (И.П. Волков).
- Технология обучения и воспитания (педагогическая технология) – новое (с 50-х годов) направление в педагогической науке, которое занимается конструированием оптимальных обучающих систем, проектированием учебных процессов. Представляет собой систему способов, приемов, шагов, последовательность выполнения которых обеспечивает решение задач воспитания, обучения и развития личности воспитанника, а сама деятельность представлена процедурно, т.е. как определенная система действий, разработка и процедурное воплощение компонентов педагогического процесса в виде системы действий, обеспечивающей гарантированный результат; педагогическая технология служит конкретизацией методики. В основе технологии образования и воспитания лежит идея полной управляемости учебно-воспитательным процессом, проектирования и воспроизводимости обучающего и воспитательного циклов [2].

Понятие «педагогическая технология» может быть представлено в трех аспектах:

- научном;
- процессуально-описательном;
- процессуально-действенном.

Таким образом, педагогическая технология функционирует и в качестве науки, исследующей наиболее рациональные пути обучения, и в качестве системы способов, принципов и регуляторов, применяемых в обучении, и в качестве реального процесса обучения.

Технология формирования межпредметных связей является этапом педагогической технологии.

Учитывая вышеизложенное, рассмотрим концепции разрабатываемой нами технологии формирования МПС естественных наук.

Научный аспект технологии формирования межпредметных связей

Основными компонентами естествознания являются физика, химия и биология.

Физика считается глубоко развитой областью человеческих знаний и составляет фундамент его технического, естественно-научного и теоретического мышления. В основании современной естественнонаучной картины мира лежат физические принципы и концепции, т.е. физика составляет фундамент естествознания. Ее идеи пронизывают все естественные науки, она таит в себе огромный мировоззренческий потенциал.

Для разработки научных теорий, понятий, законов физика использует диалектику – учение о наиболее общих законах природы, общества и познания и основанный на этом учении метод мышления, который рассматривает явления и события в движении, развитии, взаимодействии.

Диалектический материализм составляет органическое единство материализма и диалектики, исходит из того, что материя – единственная основа мира, сознание – свойство материи, признает всеобщую взаимосвязь предметов и явлений, движения и развития мира как результат его внутренних противоречий.

В картине мира ключевым является понятие «материя», на которое выходят важнейшие проблемы естествознания. О важности этого понятия говорит и тот факт, что смена картин мира связана со сменой представлений о материи. Самое общее определение материи дает философия, рассматривая ее как объективную реальность, существующую независимо от человеческого восприятия. К наиболее важным свойствам материи относятся: движение, связь, взаимодействие, пространство и время, структурность и системная организация (рис. 1).

Подход к проблеме межпредметных связей с общепедагогических позиций позволяет говорить

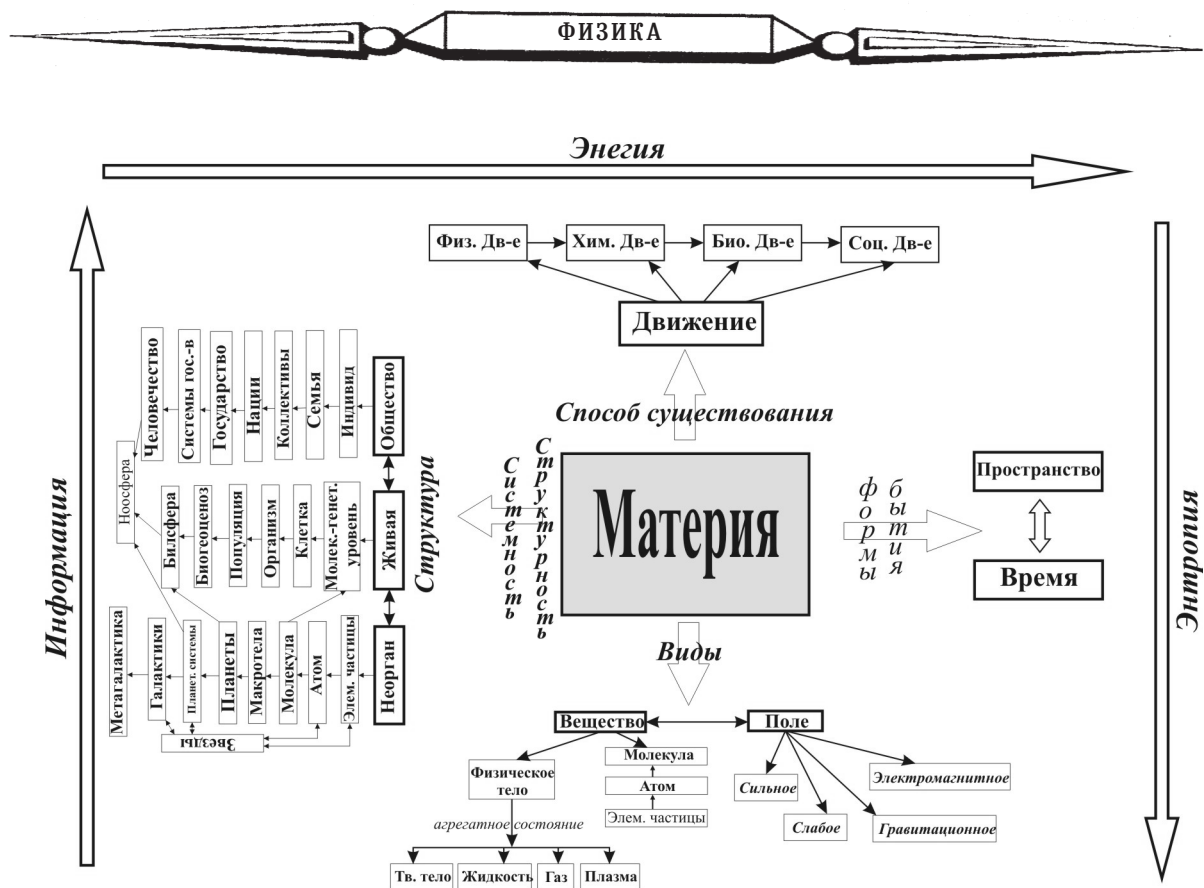


Рис. 1. Свойства материи

о том, что ее истоки лежат прежде всего в единстве объектов познания естественных наук, то есть в познании окружающей нас природы, материи и форм ее существования различными средствами. Науки во все периоды своего развития выступали в качестве основы содержания соответствующих учебных дисциплин. Изучая различные формы существования материи как предмет познания, разные науки имеют единый объект исследования – природу. Предметная система обучения является отражением происходящих в научном познании процессов интеграции и дифференциации наук.

Познание процессов, явлений, происходящих в природе, объяснение их на основе имеющихся знаний происходят на более высоком уровне, если его вести на основе межпредметных связей. Разносторонние взаимосвязи наук (физика, химия, биология) создают условия для осознанного понимания диалектических законов природы: перехода количественных изменений в качественные, единства и борьбы противоположностей, отрицания отрицания, которые изучаются на основе связей физических, химических, биологических явлений

и процессов. Отсюда вытекает основная педагогическая цель использования межпредметных связей – формирование у учащихся диалектического мировоззрения и современного научного стиля мышления через отражение в процессе обучения основных закономерностей окружающего мира.

Выбор материалистической диалектики как методологической основы *преемственности* курсов физики, химии и биологии [1] обусловлен тем, что на современном этапе развития философии, помимо своей фундаментальности, она взяла на себя функцию формальной логики как философского метода познания действительности, совпадения в мысли субъективного и объективного. Поэтому диалектический материализм является *фундаментальной теоретико-методологической основой* не только для познания бытия, но и для формирования целостного знания при изучении предметов естественнонаучного цикла.

Единство естествознания подтверждает и естественнонаучная картина мира – одно из основополагающих понятий в естествознании, особая форма систематизации знаний, качественное обобщение и мировоззренческий синтез различных на-

учных теорий. **Физическая картина мира** необыкновенно сложна и одновременно проста, поскольку для ее понимания требуется не так много принципов и гипотез. Эти качества придают ей такие ведущие принципы построения и организации современного научного знания, как системность, самоорганизация и историчность.

Коротко сформулируем те черты, которые составляют основу современной физической картины мира:

- Пространство и время в современной картине мира. Специальная теория относительности установила неразрывную связь пространства и времени, а общая теория относительности показала зависимость этого единства от свойств материи. Изменение временных свойств процессов всегда связано с изменением пространственных свойств.

- Поле и вещество, взаимодействие. Четыре типа взаимодействий лежат в основе всех известных форм движения материи. Более того, имеются основания считать, что все фундаментальные взаимодействия не независимы, а могут быть описаны в рамках единой теории, которую называют суперобъединением. Это еще одно доказательство единства и целостности природы.

- Взаимопревращения частиц. Взаимопревращаемость – характерная черта субатомных частиц. Почти все элементарные частицы нестабильны – они самопроизвольно (спонтанно) распадаются и превращаются в другие частицы. Взаимопревращения происходят и при столкновениях частиц. Динамическая природа мироздания проявляется не только на уровне бесконечно малого, но и при изучении астрономических явлений. Таким образом, вся Вселенная вовлечена в бесконечный процесс движения или, говоря словами восточных философов, в постоянный космический танец энергии.

- Вероятность в современной картине мира. В современной картине мира фундаментальными являются вероятностные закономерности, несводимые к динамическим. Господство вероятности в современной картине мира подчеркивает ее диалектичность, а стохастичность и неопределенность являются важными атрибутами современного рационализма.

- Физический вакуум. Фундаментальные бозоны представляют возбуждения силовых полей.

Когда все поля находятся в основном (невозбужденном) состоянии, то говорят, что это и есть физический вакуум. Физический вакуум представляет собой пространство, в котором рождаются и уничтожаются виртуальные частицы.

В современной физической картине мира физика тесно объединяется с другими естественными науками – она фактически сливается с химией и выступает в тесном союзе с биологией; недаром эту картину мира называют естественнонаучной. Для нее характерно стирание всех и всяческих граней. Здесь пространство и время выступают как единый пространственно-временной континуум, масса и энергия взаимосвязаны, волновое и корпускулярное движения объединяются и образуют единый объект, вещество и поле взаимно превращаются. Исчезают границы между традиционными разделами внутри самой физики, а, казалось бы, такие далекие дисциплины, как физика элементарных частиц и астрофизика, оказываются настолько связанными, что многие говорят о революции в космологии.

Изучая физическую картину мира, наблюдаем всеобщую связь явлений. Всеобщая связь явлений – наиболее общая закономерность существования мира, представляющего собой результат и проявление универсального взаимодействия всех предметов и явлений.

Для реализации МПС при изучении тех или иных учебных дисциплин чрезвычайно важным является использование таких *обобщенных* знаний, которые могут в систематической форме давать общую картину природы как связанного целого.

В курсе физики таким обобщением является физическая картина мира, которая представляет собой высший уровень систематизации физического знания, на котором наиболее полно можно осуществлять взаимосвязь физики и философии (рис. 2). Более того, *методологической основой* взаимодействия и взаимосвязи научного знания, а также межпредметных связей (МПС) школьных учебных дисциплин является материальное единство окружающего мира.

Связь явлений необходимо объяснять, но лучше с точки зрения понимания представить в виде модели (материя, картина мира), что позволит осуществить переход от экстенсивно-кумулятивной



Рис. 2. Физическая картина мира.

парадигмы к интенсивно-технологической, предполагающей формирование методологической культуры у школьников вплоть до интеллектуальной деятельности.

Учащихся необходимо знакомить со структурой научных знаний, включать их в построение философско-методологических «стержней», обеспечивающих поиск проблем, погружать их в «открытия», «озарения», интеллектуальные и практические «изобретения». Пришло время вместо «насыщения» учащихся «готовыми знаниями» с помощью традиционных форм и методов обучения создать условия для моделирования ситуаций научного поиска, развития эмоционального отношения к изучаемым системам, их постижения одновременно разумом и сердцем [1].

Диалектический материализм, являясь методологической основой МПС, позволяет использовать их в качестве *средства организации развивающего обучения* [3].

Познание объективного мира возможно лишь на основе всестороннего, *системного* исследова-

ния любых объектов, выделения всех существенных связей и отношений, а также законов данных связей.

Процессуально-описательный аспект

Основой любой научной теории является научная картина мира. Поскольку физику определили как базовый предмет, то основой технологии является физическая картина мира.

В процессе развития науки происходит постоянное обновление знаний, идей и концепций, более ранние представления становятся частными случаями новых теорий. Физическая картина мира — не догма и не абсолютная истина. Научные представления об окружающем мире основаны на всей совокупности доказанных фактов и установленных причинно-следственных связей, что позволяет с определённой степенью уверенности делать способствующие развитию человеческой цивилизации заключения и предсказания о свойствах нашего мира. Несоответствие результатов проверки теории, гипотезе концепции, выявление новых фак-

тов – всё это заставляет пересматривать имеющиеся представления и создавать новые, более соответствующие реальности. В таком развитии – суть **научного метода**.

Различают два уровня научного познания: эмпирический (опытный) и теоретический. Теоретический уровень научного исследования осуществляется на рациональной (логической) ступени познания. Здесь строятся научные теории, которые являются основной формой научного знания. Это более высокая ступень в научном познании. Здесь широко используется метод научного абстрагирования и идеализации – переход к обобщенным представлениям и понятиям. В процессе абстрагирования происходит отход от чувственно воспринимаемых конкретных объектов к воспроизводимым в мышлении абстрактным представлениям о них. То, что получают в результате, называют абстракцией, которая, очевидно, отличается от конкретного. Таким образом, как говорят философы, на теоретическом уровне осмысление представляет собой восхождение от чувственно-конкретного к абстрактному. На этой основе также строятся научные понятия, формулируются законы, строятся модели, которые в науке играют очень важную роль.

Все фундаментальные физические теории обладают высокой степенью разветвленности и различаются очень сильно. Однако их общая структура (динамическая) едина, в ее составе выделяются основание – ядро – следствие. Согласно этому структуру естественнонаучной теории можно представить так:

- Основание теории – экспериментальные факты, идеализированные объекты, система понятий.
- Ядро теории – принципы, законы, математическое описание.
- Выходные знания, следствия из теории – явления и свойства тел, вещества и полей, частиц, представленной теорией, истолкование понятий, законов, объяснение границ применимости.

Следует отметить, что наблюдения и эксперимент являются методами научного познания. Если изучение невозможно методом проведения эксперимента, то проводят модельный эксперимент.

Модель – образец объекта, четко представляющий именно те свойства и связи, которые следует изучить [3, с. 28]

Физический закон входит в ядро теории. Законы подразделяются на всеобщие, общие и частные. Общие законы составляют ядро фундаментальной физической теории. Частные выведены из ядра физической теории и входящие в ее следствия, объясняют связи предметов, сущность явлений, нашедших практическое применение. Законы, ранее входившие в частные теории, представляют собой следствие более общих законов фундаментальной теории, оставаясь истиной в пределах того фрагмента реальности, которая описывает частная теория.

Школьный курс физики группируется вокруг четырех фундаментальных физических теорий: классической механики Ньютона, молекулярно-кинетической теории вещества, электродинамики Максвелла и квантовой теории света. Все эти теории участвуют в формировании МПС.

В настоящее время существует несколько классификаций МПС [4, с. 20]. Это обусловлено различными подходами авторов к данному процессу. На наш взгляд, целесообразно рассматривать связи, в основе которых — физические понятия и законы, методологической основой которых является диалектический материализм, наконец, эти связи определяют предметную область знаний и умений.

Для осуществления связи следует выделить **канал связи** (образ) и кластер для размещения информации о связи. А.И. Гурьев так определяет **связь**: «Если между объектами исследования существует посредник – носитель энергии или информации, то говорят, что между этими объектами существует связь. Связь всегда выступает как взаимосвязь и приводит к воздействию объектов друг на друга, то есть к взаимодействию» (5, с. 116).

Таким образом, канал связи указывает направление связи от базового предмета к связанному, а **кластер** содержит информацию о свойствах материи и способах ее существования (движение, связь, взаимодействие, пространство и время, структурность и системная организация, энергия).

На основе понятия «связь» А.И. Гурьев формулирует понятие «межпредметные связи»: «межпредметные связи представляют собой в учебных дисциплинах те диалектические связи, которые осуществляют снятие главного противоречия между целостным представлением о мире и частным его видением с позиции отдельной науки» (5, с. 116).

Процессуально-действенный аспект технологии устанавливает порядок действий при формировании межпредметной связи.

Ядром технологии является физическая картина мира, построенная на принципе диалектического материализма. Указанный принцип, с одной стороны, служит методологической основой взаимодействия и взаимосвязи научного знания, а также межпредметных связей школьных учебных дисциплин, а с другой стороны, методологической основой преемственности курсов физики, химии и биологии и позволяет использовать МПС в качестве средства организации развивающего обучения.

Научная теория представляется как система

понятий, принципов, законов, позволяющая описать физическое явление или процесс, а также система построения их моделей.

Физическое явление выступает как основа формирования связи. Формирование связи осуществляется при ее направлении от базового предмета (физики) к связанному (биологии, химии, физической географии).

Канал связи используется для формирования родственных понятий, законов, принципов, моделей связывающих предметов.

В кластере записана информация о свойствах материи, которые определяют связь; ее используют для установления сущности связи.

Результатом процесса формирования МПС является дидактическая система, в которой отражена методика и формы проведения обобщающего урока.

Таким образом, опираясь на методологические основы формирования МПС, изложенные концепции представляют технологию как целостную, дидактическую систему.

Библиографический список

1. Похлебаев С.М. Методологические и содержательные основы преемственности физики, химии, биологии при формировании фундаментальных естественнонаучных понятий. [Электронный ресурс]: автореферат дис. ... д.п.н.: 13-00-02: / Сергей Михайлович Похлебаев. – Челябинск, 2007. – 49 с.
2. Коржаспирова Г.М., Коржаспиров А.Ю. Педагогический словарь: Для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений. [Текст] / Галина Михайловна Коржаспирова, Алексей Юрьевич Коржаспиров. – М.: издательский центр «Академия», 2005. – 173 с. – ISBN 5-7695-2145-7.
3. Рахматуллин М.Т. Межпредметные связи физики, химии и биологии при изучении фундаментальных естественнонаучных теорий в профильной школе. [Электронный ресурс]: Дис. ... к. п. н. 13.00.02 / Рахматуллин Марат Тимергалиевич. – М.: РГБ, 2007. – 211 с. – Библиограф.: с. 178–203. – (Из фондов Российской Государственной библиотеки).
4. Иванова Е.Б. Проектирование содержания курса физики 7–9-х классов на основе информационной модели межпредметных связей: на примере связи с курсом химии 8–9-х классов. [Электронный ресурс]: Дис. ... к.п.н.: 13-00-02 / Иванова Елена Борисовна. – Владивосток, 2007. – 143 с. – Библиограф.: с. 110–138 – (Из фондов Российской Государственной библиотеки).
5. Гурьев А. И. Методологические основы построения и реализации дидактической системы межпредметных связей в курсе физики средней школы. [Электронный ресурс]: Дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02: утверждена 30.05.2005 / Гурьев Александр Иванович. – М.: РГБ, 2003, – 371с. – Библиограф.: с. 298–336. – (Из фондов Российской Государственной библиотеки).

M.A. TARASOVA, T.S. ROGOZHINA, JU.V. MOSIN

THE CONCEPTIONS OF TECHNOLOGY MAKING UP OF INTERSUBJECT COMMUNICATIONS OF NATURAL SCIENCES

In article concepts of technology of making up of intersubject communications of physics, chemistry, biology are considered; a making up basis is the principle of dialectic materialism, a kernel – the natural-science theory uniting concepts, laws, principles, models; intersubject communication is performed from a base subject to connected, property of a matter determining this connection is thus established; result of process of making up of Ministry of Railways is the didactic structure (generalising knowledge) made up on a principle of developing formation.

В.Ф. ПИВЕНЬ, доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой теоретической физики
и математического моделирования
Орловского государственного университета
Тел.: (4862) 77-78-25 (раб.), 74-79-11 (дом.); oryol@au.ru

М.А. ФРОЛОВ, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры математики и естественнонаучных дисциплин
Орловского государственного университета экономики и торговли
Тел.: (4862) 45-88-97 (раб.), 74-72-17 (дом.); mark.75@list.ru

ВЛИЯНИЕ НА ДЕБИТ СКВАЖИНЫ ПОЛУПРОНИЦАЕМОЙ ТРЕЩИНЫ (ЗАВЕСЫ) В ПЛАСТЕ ГРУНТА¹

Ставится плоскопараллельная задача о дебите скважины при наличии полупроницаемой замкнутой трещины (завесы) в пласте. Исследуется влияние на дебит скважины коэффициента проницаемости трещины, её размеров и формы. В отличие от [2, 3], где рассмотрен случай канонических границ (прямая, окружность), задача решается численно методом дискретных особенностей, что позволяет моделировать трещину произвольными гладкими и кусочно-гладкими границами.

Ключевые слова: дебит скважины, полупроницаемая трещина (завеса), численное решение задачи.

1. Постановка задачи

Стационарное течение несжимаемой жидкости в недеформируемой изотропной однородной пористой среде описывается законом Дарси и уравнением неразрывности, записанными в безразмерных величинах [5]:

$$\vec{v} = k \nabla \varphi, \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \vec{v} = 0, \quad (2)$$

где $\vec{v}$ — скорость фильтрации, φ — потенциал скорости, k — коэффициент проницаемости среды — постоянная (кусочно-постоянная) скалярная величина в случае однородной (кусочно-однородной) среды.

Пусть в некоторой точке области фильтрации $M_0 = (x_0, y_0)$ расположена совершенная эксплуатационная скважина дебита q . Работу скважины будем моделировать точечным стоком мощности q (см. [7]). Полагаем, что координаты цент-

ра скважины $M_0 = (x_0, y_0)$, а её контур L_c — окружность радиуса R_c . Контур питания L_n скважины ограничивает область фильтрации D . Пусть в этой области имеется замкнутая трещина произвольной формы, ограниченная контурами L_1 и L_2 (см. рис. 1). Области D_1 и D_3 вне трещины заполнены средой с коэффициентом проницаемости k_1 , а сама трещина (завеса) — область D_2 между контурами L_1 и L_2 — средой с коэффициентом проницаемости k_2 (для трещины $k_2 > k_1$ и завесы $k_2 < k_1$). Потенциалы скоростей течения в областях D_1 , D_2 и D_3 обозначим соответственно φ_1 , φ_2 и φ_3 . Контур L_n и L_1 и L_2 моделируем гладкими кривыми. Поставим задачу о дебите скважины.

Функции φ_v , $v = 1, 2, 3$ координат точки $M = (x, y)$ всюду, за исключением особых точек этих функций в области $D = D_1 \cup D_2 \cup D_3$, ограниченной $\Gamma = L_c \cup L_1 \cup L_2 \cup L_n$, удовлетворяют уравнению Лапласа [5, 7]:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \varphi_v(M) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \varphi_v(M) = 0, \quad v = 1, 2, 3, \quad M \in D. \quad (3)$$

На контуре L_1 эти потенциалы удовлетворяют условиям непрерывности давления и расхода жидкости [1, 5–7]:

$$\varphi_1^-(M) = \varphi_2^+(M), \quad k_1 \left(\frac{\partial \varphi_1(M)}{\partial n_M} \right)^- = k_2 \left(\frac{\partial \varphi_2(M)}{\partial n_M} \right)^+, \quad M \in L_1, \quad (4)$$

где знаками «-» и «+» отмечены предельные значения соответствующих функций при подходе к контуру L_1 из областей D_1 и D_2 (выбор ортов нормали $\vec{n}$ и касательной $\vec{\tau}$ см. на рис. 1).

На контуре L_2 также выполняются условия непрерывности давления и расхода жидкости:

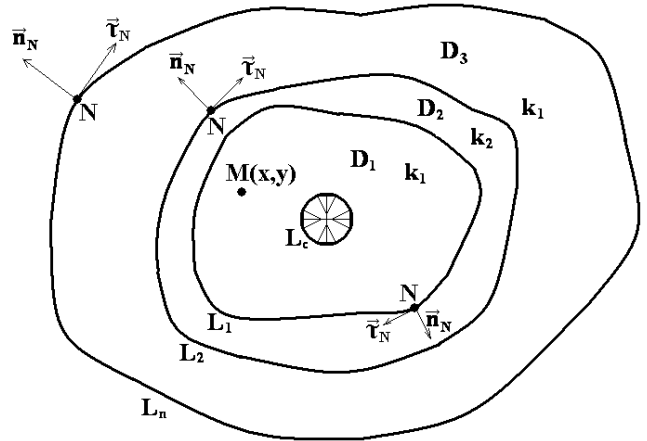


Рис. 1. Постановка задачи.

$$\varphi_3^+(M) = \varphi_2^-(M), \quad k_1 \left(\frac{\partial \varphi_3(M)}{\partial n_M} \right)^+ = k_2 \left(\frac{\partial \varphi_2(M)}{\partial n_M} \right)^-, \quad M \in L_2. \quad (5)$$

Течение жидкости в слое происходит вследствие разности давлений на контуре питания L_n и на контуре скважины L_c . Пусть на этих контурах заданы давления. Тогда согласно [7] на контурах L_n и L_c имеем:

$$k_1 \varphi_3(M) = \alpha(M), \quad M \in L_n, \quad (6)$$

$$k_1 \varphi_1(M) = C, \quad M \in L_c, \quad (7)$$

где C — произвольная постоянная, $\alpha(M)$ — в общем случае непрерывная периодическая функция координат.

Течение жидкости к скважине в отсутствие контуров L_n , L_1 , L_2 и L_c описывает потенциал $\varphi_0(M)$ вида:

$$\varphi_0(M) = \frac{q}{2\pi} \ln \frac{1}{r}, \quad (8)$$

где $r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}$.

Учтём потенциал (8) и решение задачи, следуя [5–7], представим в виде

$$\varphi_v(M) = \frac{\varphi_0(M) + \varphi_v^*(M)}{k_\mu} \quad (9)$$

($\mu = 1$ и 2 при $v = 1$ и 2 , $\mu = 1$ при $v = 3$)

Функции $\varphi_v^*(M)$ ($v = 1, 2, 3$) — потенциалы возмущений, вызванных наличием контуров L_n, L_l, L_2 и L_c . Поскольку потенциал $\varphi_0(M)$ удовлетворяет уравнению (3), то потенциалы возмущения $\varphi_v^*(M)$ также удовлетворяют этому же уравнению. Условия (4)–(7) для потенциалов $\varphi_v^*(M)$, $v = 1, 2, 3$ примут вид

$$(1 - \lambda)\varphi_1^{*-}(M) - (1 + \lambda)\varphi_2^{*+}(M) = 2\lambda\varphi_0(M),$$

$$\left(\frac{\partial\varphi_1^*(M)}{\partial n_M}\right)^- = \left(\frac{\partial\varphi_2^*(M)}{\partial n_M}\right)^+, \quad M \in L_l, \quad (10)$$

$$(1 - \lambda)\varphi_3^{*+}(M) - (1 + \lambda)\varphi_2^{*-}(M) = 2\lambda\varphi_0(M),$$

$$\left(\frac{\partial\varphi_3^*(M)}{\partial n_M}\right)^+ = \left(\frac{\partial\varphi_2^*(M)}{\partial n_M}\right)^-, \quad M \in L_2, \quad (11)$$

$$\varphi_3^{*-}(M) = \alpha(M) - \varphi_0(M), \quad M \in L_n, \quad (12)$$

$$\varphi_1^*(M) = C - \varphi_0(M), \quad M \in L_c \quad (13)$$

$$\text{В условиях (10) и (11) } \lambda = \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}, \quad \lambda \in (-1, 1).$$

В случае трещины $\lambda < 0$ и завесы $\lambda > 0$.

Таким образом, чтобы найти дебит q скважины, необходимо определить потенциалы $\varphi_1^*(M)$, $\varphi_2^*(M)$ и $\varphi_3^*(M)$, удовлетворяющие уравнению (3) и условиям (10)–(13).

2. Сведение задачи к системе интегральных уравнений.

В случае границ L_n, L_l и L_2 , моделируемых гладкими кривыми класса Ляпунова, задача о дебите сводится к системе интегральных уравнений.

Следуя [5–7], потенциалы возмущений $\varphi_v^*(M)$, $v = 1, 2, 3$ будем искать в виде потенциалов двойных слоёв:

$$\varphi_v^*(M) = \int_{L_1} g_\mu(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N +$$

$$+ \int_{L_2} s_\mu(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N +$$

$$+ \int_{L_n} f(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N$$

$$(\mu = 1 \text{ и } 2 \text{ при } v = 1 \text{ и } 2, \mu = 1 \text{ при } v = 3), \quad M \in D. \quad (14)$$

Здесь $g_\mu(N)$, $s_\mu(N)$, $\mu = 1, 2$ и $f(N)$ — плотности распределения особенностей на контурах L_l, L_2 и L_n соответственно; ∇_N — оператор Гамильтона по координатам точки N ; $G(N, M)$ — фундаментальное решение уравнения (3).

Согласно [4–7] находим предельное значение потенциала двойного слоя на границе контура L_n при приближении к нему из области D_3 :

$$\varphi_3^{*-}(M) = \int_{L_1} g_1(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N +$$

$$+ \int_{L_2} s_1(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N +$$

$$+ \int_{L_n} f(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N - \frac{f(M)}{2}, \quad M \in L_n. \quad (15)$$

Предельные значения потенциала двойного слоя на границе контура L_l при приближении к нему из областей D_1 и D_2 будут вида:

$$\varphi_{1,2}^{*\mp}(M) = \int_{L_1} g_{1,2}(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N +$$

$$+ \int_{L_2} s_{1,2}(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N +$$

$$+ \int_{L_n} f(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N \mp \frac{g_{1,2}(M)}{2}, \quad M \in L_1. \quad (16)$$

Аналогично для контура L_2 имеем:

$$\varphi_{3,2}^{*\pm}(M) = \int_{L_1} g_{1,2}(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N +$$

$$+ \int_{L_2} s_{1,2}(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N +$$

$$+ \int_{L_n} f(N) \nabla_N G(N, M) \bar{n}_N dS_N \pm \frac{s_{1,2}(M)}{2}, \quad M \in L_2. \quad (17)$$

Учитывая (8) и (15)–(17), удовлетворим (14) условиям (10)–(13).

Вторые условия — (10), (11) — обращаются в тождества, если $g_1(M) = g_2(M) = g(M)$, $s_1(M) = s_2(M) = s(M)$. Из первых условий — (10) и (11) — имеем интегральные уравнения на контурах L_1 и L_2 :

$$-2\lambda \left(\int_{L_1} g(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N + \int_{L_2} s(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N + \int_{L_n} f(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N \right) - g(M) = 2\lambda \varphi_0(M), \quad M \in L_1. \quad (18)$$

$$-2\lambda \left(\int_{L_1} g(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N + \int_{L_2} s(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N + \int_{L_n} f(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N \right) + s(M) = 2\lambda \varphi_0(M), \quad M \in L_2. \quad (19)$$

Из условия (12) находим интегральное уравнение на контуре L_n :

$$2 \left(\int_{L_1} g(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N + \int_{L_2} s(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N + \int_{L_n} f(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N \right) - f(M) = 2(\alpha(M) - \varphi_0(M)), \quad M \in L_n. \quad (20)$$

Условие на контуре скважины (13) приводит к интегральному соотношению:

$$\int_{L_1} g(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N + \int_{L_2} s(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N + \int_{L_n} f(N) \nabla_N G(N, M) \vec{n}_N dS_N = C - \varphi_0(M), \quad M \in L_c. \quad (21)$$

Уравнения (18)–(20) — неоднородные граничные интегральные уравнения второго рода типа Фредгольма [5].

Таким образом, для определения дебита q скважины необходимо решать систему уравнений (18)–(20) и интегрального соотношения (21).

3. Дискретизация задачи.

Решить аналитически систему (18)–(21) не представляется возможным. Поэтому решим её численно, используя развитый в [4–7] подход. Сведём эту систему к системе алгебраических уравнений. Зададим контуры L_1 , L_2 и L_n параметрически. Для контура L_1 имеем:

$$x_N = x(t), \quad y_N = y(t), \quad x_M = x(t_0), \quad y_M = y(t_0); \quad t_0, t \in [0, S_1], \quad (22)$$

где t — параметр, t_0 — некоторое его значение, S_1 — длина контура L_1 . Аналогично для контура L_2 :

$$x_N = x(\xi), \quad y_N = y(\xi), \quad x_M = x(\xi_0), \quad y_M = y(\xi_0); \quad \xi_0, \xi \in [0, S_2], \quad (23)$$

где ξ — параметр, ξ_0 — некоторое его значение, S_2 — длина контура L_2 . Параметрическим заданием для контура L_n будет

$$x_N = x(\tau), y_N = y(\tau), x_M = x(\tau_0), y_M = y(\tau_0); \tau_0, \tau \in [0, S_n] \quad (24)$$

где τ — параметр, τ_0 — некоторое его значение, S_n — длина контура L_n .

Так как контуры L_1 , L_2 и L_n обходим в направлении ортов, касательных к этим контурам (рис. 1), то согласно [4] имеем:

$$\vec{r}_{NM} = ((x(t) - x(t_0))\vec{i} + (y(t) - y(t_0))\vec{j}),$$

$$\vec{n}_N = \frac{-y'_t \vec{i} + x'_t \vec{j}}{\sqrt{x'^2_t + y'^2_t}},$$

$$dS_N = \sqrt{x'^2_t + y'^2_t} dt, N \in L_1,$$

$$\vec{r}_{NM} = ((x(\xi) - x(\xi_0))\vec{i} + (y(\xi) - y(\xi_0))\vec{j}),$$

$$\vec{n}_N = \frac{-y'_\xi \vec{i} + x'_\xi \vec{j}}{\sqrt{x'^2_\xi + y'^2_\xi}},$$

$$dS_N = \sqrt{x'^2_\xi + y'^2_\xi} d\xi, N \in L_2,$$

$$\vec{r}_{NM} = ((x(\tau) - x(\tau_0))\vec{i} + (y(\tau) - y(\tau_0))\vec{j}),$$

$$\vec{n}_N = \frac{-y'_\tau \vec{i} + x'_\tau \vec{j}}{\sqrt{x'^2_\tau + y'^2_\tau}},$$

$$dS_N = \sqrt{x'^2_\tau + y'^2_\tau} d\tau, N \in L_n. \quad (25)$$

Учитывая (25), запишем систему (18)–(21) в параметрическом виде:

$$\left\{ \begin{aligned} & -2\lambda \left(\int_0^{S_1} g(t)K(t, t_0)dt + \int_0^{S_2} s(\xi)K(\xi, t_0)d\xi + \right. \\ & \quad \left. + \int_0^{S_n} f(\tau)K(\tau, t_0)d\tau \right) - g(t_0) = \\ & = 2\lambda\varphi_0(t_0), t_0 \in [0, S_1], \\ & -2\lambda \left(\int_0^{S_1} g(t)K(t, \xi_0)dt + \int_0^{S_2} s(\xi)K(\xi, \xi_0)d\xi + \right. \\ & \quad \left. + \int_0^{S_n} f(\tau)K(\tau, \xi_0)d\tau \right) + s(\xi_0) = \\ & = 2\lambda\varphi_0(\xi_0), \xi_0 \in [0, S_2], \\ & 2 \left(\int_0^{S_1} g(t)K(t, \tau_0)dt + \int_0^{S_2} s(\xi)K(\xi, \tau_0)d\xi + \right. \\ & \quad \left. + \int_0^{S_n} f(\tau)K(\tau, \tau_0)d\tau \right) - f(\tau_0) = \\ & = 2(\alpha(\tau_0) - \varphi_0(\tau_0)), \tau_0 \in [0, S_n], \\ & \int_0^{S_1} g(t)K(t, M)dt + \int_0^{S_2} s(\xi)K(\xi, M)d\xi + \\ & \quad + \int_0^{S_n} f(\tau)K(\tau, M)d\tau = C - \varphi_0(M), \\ & \quad \quad \quad M \in L_c, \end{aligned} \right. \quad (26)$$

где $K(t, t_0), K(\xi, t_0), K(\tau, t_0), K(t, \xi_0),$
 $K(\xi, \xi_0), K(\tau, \xi_0), K(t, \tau_0), K(\xi, \tau_0),$
 $K(\tau, \tau_0), K(t, M), K(\xi, M), K(\tau, M)$

— интегральные ядра [6]:

$$K(\beta, \beta_0) = \left[\frac{\partial G(x(\beta), y(\beta), x(\beta_0), y(\beta_0))}{\partial x(\beta)} y'_\beta - \frac{\partial G(x(\beta), y(\beta), x(\beta_0), y(\beta_0))}{\partial y(\beta)} x'_\beta \right],$$

$$\beta = t, \xi, \tau; \beta_0 = t_0, \xi_0, \tau_0,$$

$$K(t, M) = \left[\frac{\partial G(x(t), y(t), x, y)}{\partial x(t)} y'_t - \frac{\partial G(x(t), y(t), x, y)}{\partial y(t)} x'_t \right],$$

$$K(\xi, M) = \left[\frac{\partial G(x(\xi), y(\xi), x, y)}{\partial x(\xi)} y'_\xi - \frac{\partial G(x(\xi), y(\xi), x, y)}{\partial y(\xi)} x'_\xi \right],$$

$$K(\tau, M) = \left[\frac{\partial G(x(\tau), y(\tau), x, y)}{\partial x(\tau)} y'_\tau - \frac{\partial G(x(\tau), y(\tau), x, y)}{\partial y(\tau)} x'_\tau \right].$$

Следуя [7], разобьём контуры L_1 , L_2 и L_n по параметрам длин дуг t , ξ и τ на n_1 , n_2 и n_3 равных частей соответственно. Пусть шаги разбиения контуров h_1 , h_2 и h_3 . Пусть k , m , l и p — какие-либо фиксированные номера точек из множеств разбиения контуров L_1 , L_2 и L_n . Согласно [7], используя правило прямоугольников, получим систему числа $n_1 + n_2 + n_3 + 1$ линейных неоднородных алгебраических уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} & -2\lambda \left(\sum_{\substack{k=1 \\ k \neq m}}^{n_1} g_k K(t_k, t_m) h_1 + \sum_{k=1}^{n_2} s_k K(\xi_k, t_m) h_2 + \sum_{k=1}^{n_3} f_k K(\tau_k, t_m) h_3 \right) - g_m = \\ & \qquad \qquad \qquad = 2\lambda \varphi_0(t_m), \quad m = 1, \dots, n_1, \\ & -2\lambda \left(\sum_{k=1}^{n_1} g_k K(t_k, \xi_l) h_1 + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq l}}^{n_2} s_k K(\xi_k, \xi_l) h_2 + \sum_{k=1}^{n_3} f_k K(\tau_k, \xi_l) h_3 \right) + s_l = \\ & \qquad \qquad \qquad = 2\lambda \varphi_0(\xi_l), \quad l = 1, \dots, n_2, \\ & 2 \left(\sum_{k=1}^{n_1} g_k K(t_k, \tau_p) h_1 + \sum_{k=1}^{n_2} s_k K(\xi_k, \tau_p) h_2 + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^{n_3} f_k K(\tau_k, \tau_p) h_3 \right) - f_p = \\ & \qquad \qquad \qquad = 2(\alpha(\tau_p) - \varphi_0(\tau_p)), \quad p = 1, \dots, n_3, \\ & \sum_{k=1}^{n_1} g_k K(t_k, M) h_1 + \sum_{k=1}^{n_2} s_k K(\xi_k, M) h_2 + \sum_{k=1}^{n_3} f_k K(\tau_k, M) h_3 = \\ & \qquad \qquad \qquad = C - \varphi_0(M), \quad M \in L_c, \end{aligned} \right. \quad (27)$$

Решая эту систему методом Гаусса, находим неизвестные величины: $g_k (k = 1, \dots, n_1)$, $s_k (k = 1, \dots, n_2)$, $f_k (k = 1, \dots, n_3)$ и дебит q .

4. Влияние радиуса трещины и параметра λ на дебит.

Пусть контуры $L_{\tilde{n}}$, L_1 , L_2 и L_n — концентрические окружности с общим центром в точке $M_0 = (x_0, y_0)$ расположения скважины. В этом случае решение задачи можно получить в конечном виде. Следуя [1], имеем:

$$q = \frac{2\pi(1-\lambda)(C-C_1)}{(1-\lambda)\ln \frac{R_1 R_n}{R_2 R_c} - (1+\lambda)\ln \frac{R_1}{R_2}}, \quad (28)$$

где $R_{\tilde{n}}$, R_1 , R_2 и R_n — радиусы контуров $L_{\tilde{n}}$, L_1 , L_2 и L_n соответственно, C_1 — постоянная, характеризующая заданное давление на контуре L_n . В частности, из (28) при $R_1 = R_2$ и $\lambda = 0$ ($k_1 = k_2 = 1$) имеем формулу Дюпюи:

$$q = \frac{2\pi(C - C_l)}{\ln \frac{R_n}{R_c}}. \quad (29)$$

Исследуем влияние радиуса кольцевой полупроницаемой трещины ($\lambda < 0$) и завесы ($\lambda > 0$) на дебит скважины. Выберем следующие значения величин: $R_n = 1$, $R_c = 0.01 R_n$, $C = 1$, $\alpha(M) = 0$. Пусть радиальная ширина трещины (завесы) $d = R_2 - R_1 = 0.1 R_n$ остаётся величиной постоянной. Будем изменять радиус R_1 ($R_2 = R_1 + d$). На рис. 2 представлены зависимости величины $\eta = \frac{q_\lambda}{q_0} - 1$

от внутреннего радиуса трещины (завесы) R_1 . Здесь q_λ — дебит скважины, рассчитанный по формуле (28) и значениях $\lambda \neq 0$, а q_0 — значение дебита при $\lambda = 0$, то есть в отсутствие трещины (завесы). Как видно из рисунка, для трещины (при $\lambda = -0.5$), начиная с радиуса трещины $R_1 = 0.3 R_n$ значение величины η не будет превышать 5%. В этом случае влиянием на дебит трещины можно пренебречь и для расчёта дебита вместо сложных формул численного его расчёта использовать простую формулу Дюпюи (29).

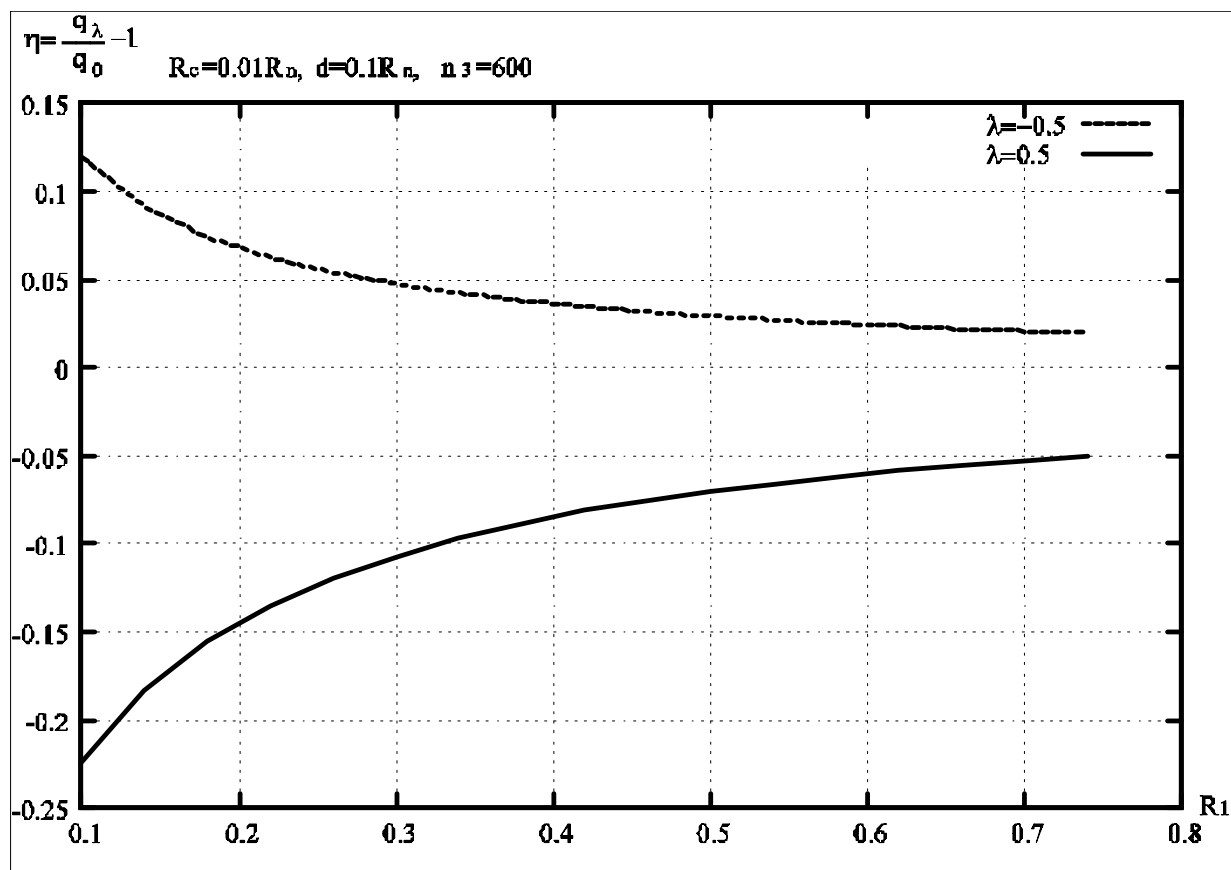


Рис. 2. Влияние радиуса кольцевой полупроницаемой трещины и завесы на дебит.

Для завесы ($\lambda > 0$) зависимость $\eta(R_1)$ выражена сильнее. Так, при $\lambda = 0.5$ величина η достигает 5% только при внутреннем радиусе $R_1 = 0.75 R_n$.

Выясним, как влияет коэффициент проницаемости среды в кольцевой трещине (завесе) на дебит скважины. Для этого исследуем зависимость

величины $\eta = \frac{q_\lambda}{q_0} - 1$ от параметра λ . На рис. 3 представлены зависимости $\eta(\lambda)$ при различной ширине трещины (завесы). Внутренний радиус трещины $R_1 = 0.1 R_n$ есть величина постоянная, внешний радиус R_2 изменялся от $0.15 R_n$ до $0.4 R_n$. Как видно из

рисунка, дебит скважины увеличивается при $\lambda \rightarrow -1$. Этого и следовало ожидать, поскольку предельному значению $\lambda = -1$ соответствует случай, когда $k_2 = \infty$, то есть трещина заполнена свободной жидкостью

(кольцевая каверна). Напротив, дебит скважины q_λ уменьшается при $\lambda \rightarrow 1$. Предельному значению параметра $\lambda = 1$ соответствует случай $k_2 = 0$ (кольцевая непроницаемая завеса), поэтому $q_\lambda \rightarrow 0$ при $\lambda \rightarrow 1$.

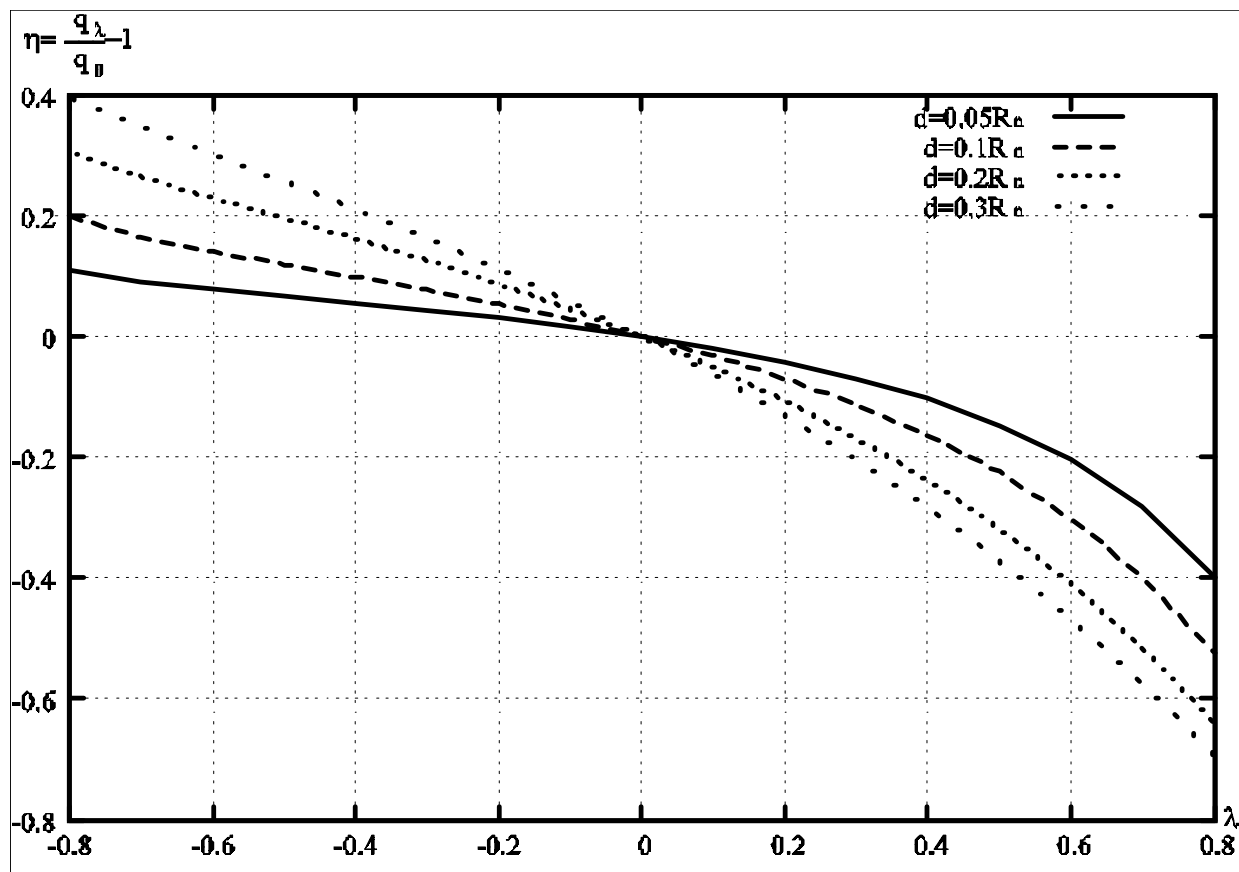


Рис. 3. Влияние коэффициента проницаемости и ширины кольцевой трещины (завесы) на дебит.

Влияние параметра λ наиболее сильно для завесы ($\lambda > 0$). Это влияние растёт с увеличением ширины d трещины (завесы) (рис. 3). Так, например, при ширине трещины (завесы) $d = 0.05R_n$ и $\lambda = -0.8$ ($\lambda = 0.8$) получим значение $\eta = 8.49\%$ ($\eta = -41.3\%$). Для ширины $d = 0.3R_n$ это значение уже вырастет до $\eta = 36.5\%$ ($\eta = -70.7\%$). Следовательно, чем уже трещина (завеса), тем меньше её влияние на дебит скважины. При малых значениях параметра $|\lambda|$ ($|\lambda| < 0.2$ для $d = 0.05R_n$, $|\lambda| < 0.15$ для $d = 0.1R_n$, $|\lambda| < 0.1$ для $d = 0.2R_n$, $|\lambda| < 0.08$ для $d = 0.3R_n$ (величина $|\eta| < 5\%$) влиянием трещины (завесы) на дебит скважины

можно пренебречь и для расчёта дебита использовать формулу (29).

5. Случай эксцентричного расположения скважины.

Исследуем дебит скважины при эксцентричном её расположении по отношению к контурам L_1, L_2, L_n . Пусть контуры L_1, L_2, L_n расположены концентрично с центром в начале координат. Будем перемещать скважину, например, вдоль оси OY . На рис. 4 и 5 представлены зависимости величины $\eta = \frac{q_\lambda}{q_0} - 1$ от ординаты скважины y_0 .

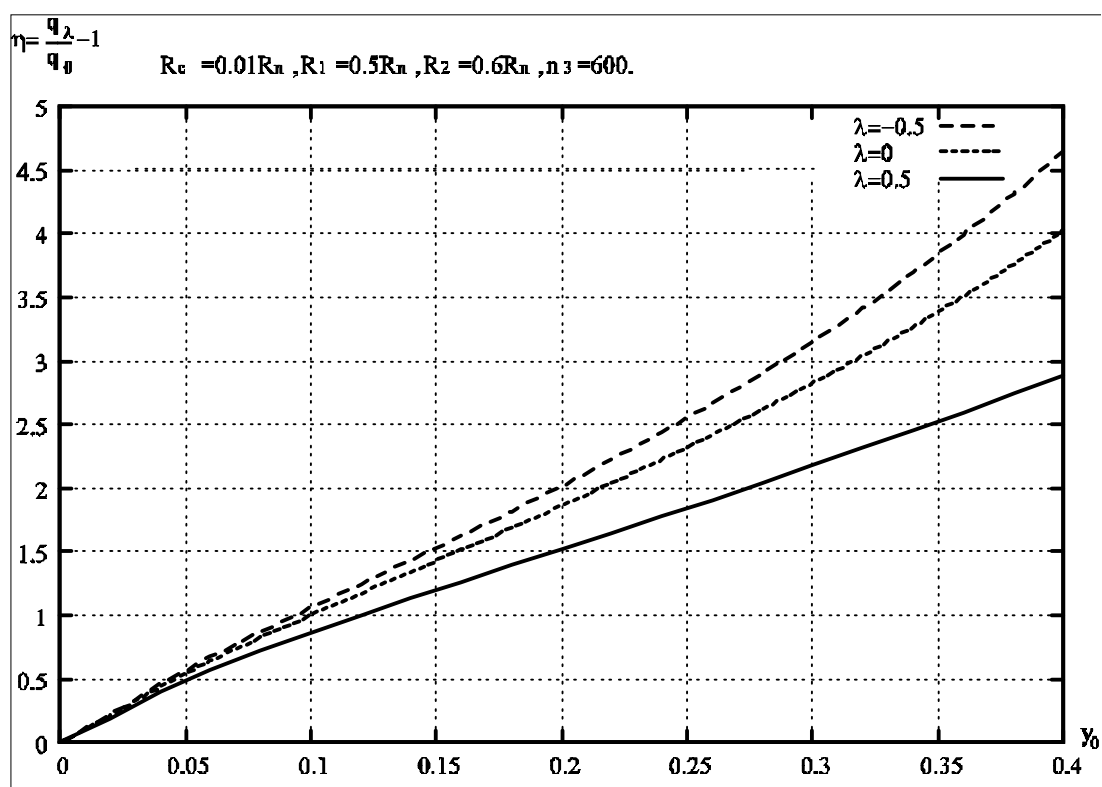


Рис. 4. Влияние эксцентричного положения скважины на дебит.

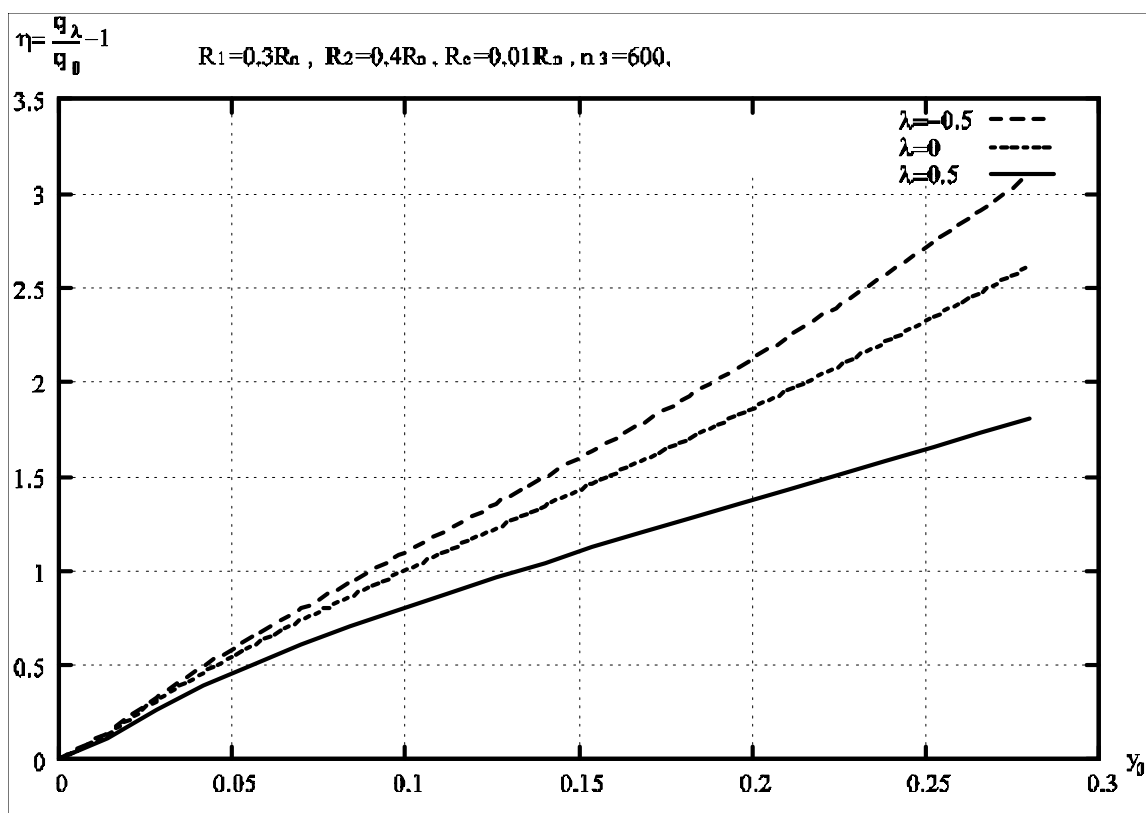


Рис. 5. Влияние эксцентричного положения скважины на дебит.

Здесь q_λ — дебит эксцентричной по отношению к контурам L_1, L_2, L_n скважины, найденный численно, а q_0 — дебит центральной скважины, рассчитанный по формуле (28). Внутренний радиус кольцевой трещины (завесы) примем равным $R_1 = 0.5R_n$, а её ширину $d = 0.1R_n$ (рис. 4). Разбиение контуров осуществлялось так, чтобы $h_1 = h_2 = h_3$. Остановимся на $n_3 = 600$. В этом случае расхождение численного счёта с формулой (28) в интервале $\lambda \in [-0.8; 0.8]$ не превышает 5%.

Зависимость $\eta(y_0)$ ослабевает с уменьшением радиуса кольцевой трещины.

Пусть теперь внутренний радиус кольцевой трещины равен $R_1 = 0.3R_n$, а её ширина останется прежней: $R_2 - R_1 = 0.1R_n$ (рис. 5).

Зависимость $\eta(y_0)$ представленных на рис. 5 графиков слабее, чем на рис. 4. Например, при таком же удалении скважины от трещины ($0.1R_n$), то есть при $y_0 = 0.2R_n$ ($\lambda = -0.5$), дебит скважины увеличивается примерно в 2,1 раза, а для завесы

($\lambda = 0.5$) — примерно в 1,4 раза по отношению к центральной. Следовательно, чем меньше радиус кольцевой трещины, тем меньше влияние y_0 (эксцентрисности расположения скважины).

6. Влияние формы замкнутой полупроницаемой трещины (завесы) на дебит.

Выберем вначале контуры L_1 и L_2 в виде концентрических окружностей с радиусами $a_1 = 0.1R_n$ и $a_2 = 0.2R_n$ соответственно. Затем заменим окружности квадратами со сторонами $p_1 = 2a_1$ и $p_2 = 2a_2$ таким образом, чтобы окружности a_1 и a_2 были вписанными в соответствующие квадраты. И, наконец, выберем в качестве контуров L_1 и L_2 эллипсы² с полуосями $d_1 = 0.2R_n, b_1 = 0.05R_n$ и $d_2 = 0.29R_n, b_2 = 0.14R_n$. На рис. 6 представлены

зависимости величины $\eta = \frac{q_\lambda}{q_0} - 1$ от параметра λ , когда L_1 и L_2 — окружности, квадраты и эллипсы.

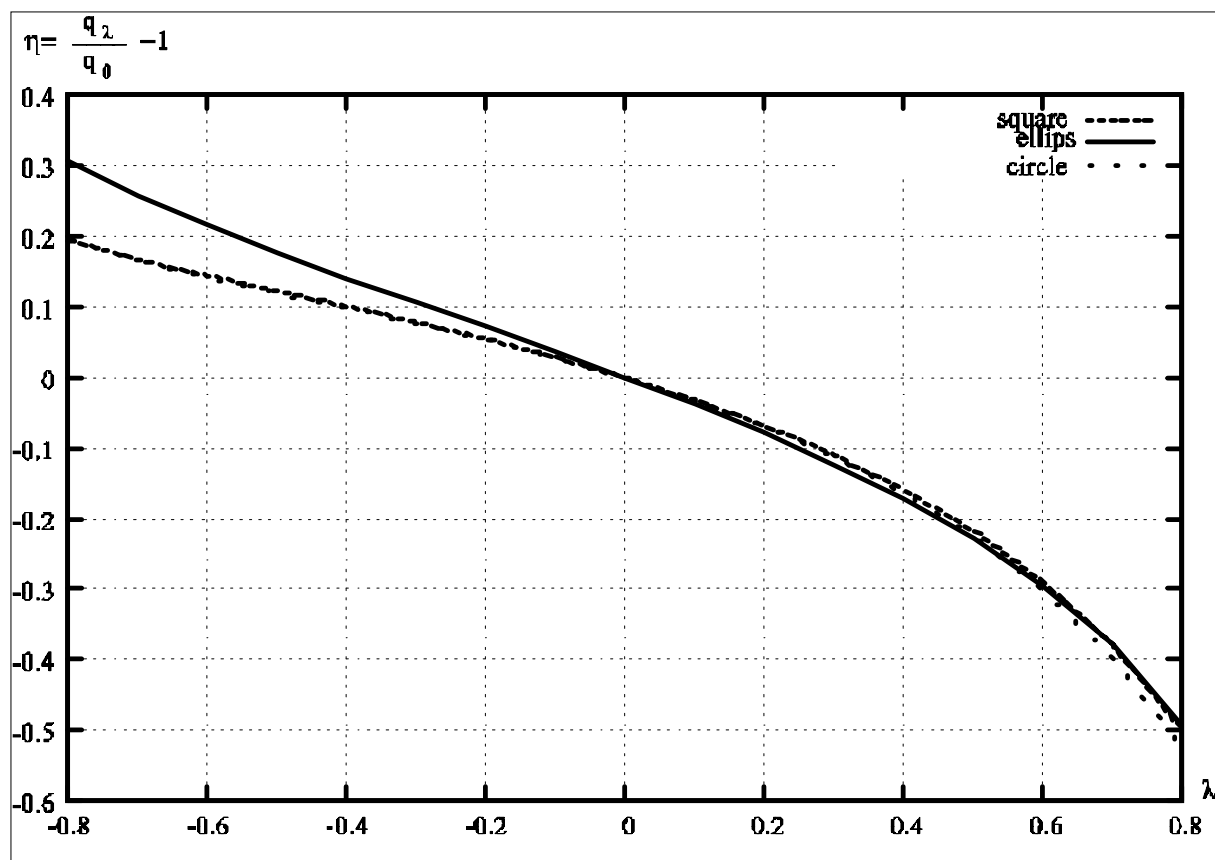


Рис. 6. Влияние формы полупроницаемой трещины (завесы) на дебит.

²Эллипсы выбираются таким образом, чтобы их площади равнялись площадям соответствующих окружностей с радиусами a_1, a_2 .

Здесь q_0 — дебит при $\lambda = 0$, то есть в отсутствие трещины (завесы), q_λ — дебит, найденный численно при определённом значении параметра λ . Как видно из графиков, зависимости в случаях окружностей и квадратов практически совпадают. При $\lambda > 0$, когда все три зависимости очень близки, влиянием формы контура полупроницаемой трещины (завесы) на дебит можно пренебречь. При $\lambda < 0$ более сильно выражено влияние

эллиптических контуров. Например, при значении $\lambda = -0.8$ расхождение с окружностью и квадратом около 10%. В интервале $\lambda \in [-0.4; 0.8]$ различия в результатах для разных кривых не превышают 5% и влиянием формы контура полупроницаемой трещины (завесы) на дебит можно пренебречь. А значит, вместо сложных формул численного расчёта дебита в случае, когда L_1 и L_2 — квадраты либо эллипсы, можно использовать формулу (28).

Библиографический список

1. Голубева О.В. Курс механики сплошных сред. — М.: Наука, 1971. — 368 с.
2. Лайпанов Х.С. Влияние полукольцевой трещины переменной ширины на дебит скважины // Проблемы теоретической гидромеханики. — Тула: Тулгоспединститут, 1977. — С. 45–48.
3. Лайпанов Х.С. О построении фильтрационных течений в неоднородных средах при наличии в них трещин (слабопроницаемых завес) // Задачи гидродинамики при усложнённых моделях среды. — М.: Наука, 1985. — С. 23–26.
4. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. — М.: ТОО «Янус», 1995. — 520 с.
5. Пивень В.Ф. Математическое моделирование двумерных задач гидродинамики в неоднородных слоях. Докт. дис. — Орёл: Орловский гос. ун-т, 1998. — 266 с.
6. Пивень В.Ф. Интегральное уравнение граничной задачи сопряжения фильтрационных течений в неоднородной среде. Труды IX международного симпозиума «МДОЗМФ — 2000». — Орёл, 2000. — С. 343–348.
7. Фролов М.А. Исследование двумерных граничных задач о дебитах системы скважин в неоднородных слоях, проводимости которых моделируются гармоническими и метагармоническими функциями координат. Канд. дис. — Орёл: ОГУ, 2001. — 148 с.

V.F. PIVEN, M.A. FROLOV

AGENCY ON A YIELD OF A CHINK OF A SEMIPERMEABLE CRACK (SCREEN) IN A LAYER OF A GROUND

The plane-parallel problem about a yield of a chink is put at presence of the semipermeable made crack (screen) in a layer. Agency on a yield of a chink of a coefficient of permeability of a crack, her sizes and forms is explored. As against [2, 3], where the case of canonical boundaries surveyed (direct, a circle), the problem is solved numerically by a method of discrete singularities that allows to simulate a crack the arbitrary smooth and piecewise smooth boundaries.

ХИМИЯ

Э.Р. ОСКОТСКАЯ, доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой
химии Орловского государственного университета
Тел. (4862) 77-78-18

Н.Н. БАСАРГИН, доктор химических наук, профессор
Института геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН)
Тел. (495) 3365668

Е.Н. ГРИБАНОВ, аспирант кафедры химии
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 77-78-18; gribanovEN@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ СОРБЕНТОВ

В работе методами атомно-силовой микроскопии, квантово-химическим и термомеханическим исследованы структура и свойства полимерных комплексообразующих сорбентов. Выявлены некоторые особенности геометрической морфологии поверхности, их влияние на процессы масса — переноса в ходе гетерогенных химических реакций. Особое внимание уделено поведению сорбентов при температурном воздействии.

Ключевые слова: атомно-силовая микроскопия, квантово-химические расчеты, сорбция, самоорганизация.

В связи с возможностью установления закономерности влияния молекулярных параметров на свойства высокомолекулярных соединений одной из актуальных задач химии является проблема изучения структуры полимеров и ее изменения при воздействии внешних факторов, в том числе протекания процессов старения и последующей деструкции, ведущих к ухудшению химических, механических и сорбционных свойств. Особое внимание при изучении структуры уделяется исследованию поверхности твердого тела и процессов самоорганизации [1, 2]. Первое связано с переходом современной технологии на субмикронный уровень и с уникальностью происходящих на нем явлений, представляющих интерес с точки зрения фундаментальной науки, поскольку атомная структура тела, то есть расположение и свойства его решеточных слоев, вблизи поверхности совершенно иная, чем в объеме. Второе — с возможностью конструирования искусственных активных сред, процессы самоорганизации в которых приводят к образованию нужных структур, определяющих макроскопические свойства системы [3, 4].

Задачей настоящей работы явилось исследование полимерных комплексообразующих сорбентов (ПКС), позволяющее выявить особенности процесса сорбции данным классом сорбентов и включающее в себя:

- 1) исследование геометрической морфологии поверхности изучаемого сорбента;
- 2) установление интервала температур, в котором сорбент сохраняет свои физические и механические свойства;
- 3) рассмотрение процесса самоорганизации ПКС методами квантовой химии.

Исследовали ПКС с о,о'-диокси-азо-функциональной аналитической группировкой (ФАГ) на примере полистирол-2-окси-азо-2'-окси, 3', 5'-дисульфобензола (рис. 1).

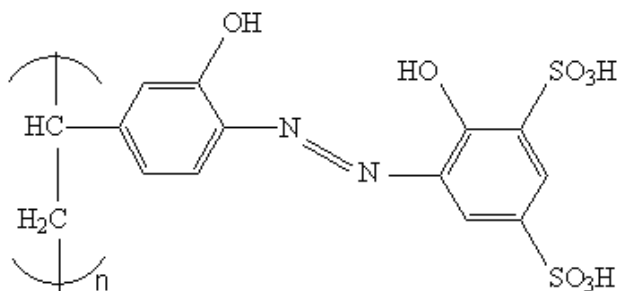


Рис. 1. Структура фрагмента полистирол-2-окси-азо-2'-окси, 3', 5'-дисульфобензола.

Изучение поверхности проводили с помощью комплекса СЗМ NanoEducator фирмы «НТ — МДТ». Образец, представляющий собой гранулу диаметром $2 \cdot 10^{-3}$ м, закрепляли на специальной подложке.

Учитывая диэлектрические свойства сорбента, применяли режим атомно-силовой микроскопии (АСМ). Кантиливер (зонд) подводится к образцу на расстояние $\sim 10^{-10}$ м, при этом между атомами, образующими острие, и атомами, расположенными на поверхности образца, возникает сила Ван-дер-Ваальсова притяжения. Под действием этой силы зонд приближается к образцу до тех пор, пока не начнется электростатическое отталкивание одноименно (отрицательно) заряженных электронных оболочек атомов зонда и поверхности с изгибанием кантиливера. Перемещаясь в плоскости образца над поверхностью, зонд изгибается, отслеживая ее рельеф.

Для характеристики процесса сорбции на твердых поверхностях используют изотерму сорбции (зависимость величины сорбции от равновесной концентрации вещества при постоянной температуре). Ход изотермы дает информацию о свойствах поверхности и пористой структуре сорбентов. Предложены и теоретически обоснованы около 20 типов изотерм [5, 6]. Наиболее часто при обработке экспериментальных данных используются изотермы Ленгмюра (для однородной поверхности с центрами сорбции и мономолекулярной толщине образующегося слоя) и Френдлиха (если поверхность неоднородна).

В [7] исследована сорбция ионов металлов из растворов их солей ПКС с о,о'-диокси-азо-ФАГ. Следует заметить, что в отличие от газов или жидкостей нейтральных молекул вид изотермы сорбции ионов выглядит существенно проще в том смысле, что в случае ионов невозможна полислойная сорбция. Таким образом, изотерма сорбции ионов схожа с изотермой сорбции Ленгмюра. Такая изотерма описана Штерном [6]:

$$\Theta_i = \frac{\sum_{oi}}{\sum_a} = \frac{c_i K_{Hi} \exp \left[-\frac{\Phi_i + z_i e \psi_0}{k_B T} \right]}{1 + \sum_i c_i K_{Hi} \exp \left[-\frac{\Phi_i + z_i e \psi_0}{k_B T} \right]}, \quad (1)$$

где $\sum_o$ — количество занятых активных центров; $\sum_a$ — общее количество активных центров поверхности; K_{Hi} — константа Генри; Φ_i — энергия неэлектростатического взаимодействия иона с поверхностью; T — температура; ψ_0 — потенциал поверхности; z_i — заряд несущего иона; c_i — концентрация ионов в растворе.

Для нейтральных молекул уравнение (1) переходит в изотерму Ленгмюра. Потенциал Φ_i определяет специфическую сорбцию ионов, которая сказывается на величине заряда и потенциала поверхности. С наличием специфической сорбции связано существование так называемых лиотропных рядов. В работе [8] нами систематически исследовано строение полимерных комплексообразующих сорбентов с о-амино-о'-окси-азо-ФАГ и образуемых ими комплексов с Cu(II), Zn, Pb(II),

Cd, Co(II), Ni(II), Cr(III). Показано, что катион оказывает тем более сильное понижающее воздействие на отрицательный поверхностный потенциал, чем больше его истинный объем. Так, увеличение радиуса ионов приводит к уменьшению степени гидратации, то есть его гидродинамического радиуса. С другой стороны, чем меньше гидродинамический радиус иона, тем ближе он может подойти к поверхности и тем сильнее он взаимодействует с поверхностью твердого тела, тем больше степень заполнения сорбционного слоя.

Низкая концентрация раствора соли металла ($\sim 1 \cdot 10^{-6}$ г/мл) в изучаемых системах может привести к ощутимому вкладу диффузии в зерне сорбента в общую скорость процесса. Причиной этого является различная доступность функциональных групп, находящихся на поверхности и в объеме сорбента. Для обнаружения данного явления используют кинетические изотермы сорбции, определяющиеся скоростью протекания процесса.

Как впервые указал Тейлор [3], в общем случае скорость химической сорбции растет экспоненциально с температурой, подобно скорости химической реакции:

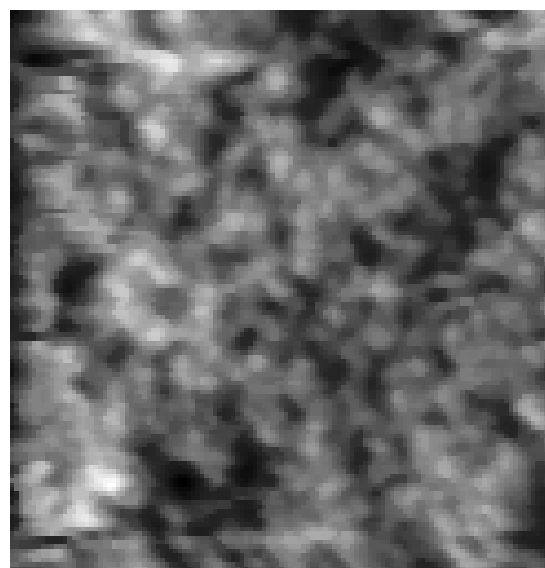
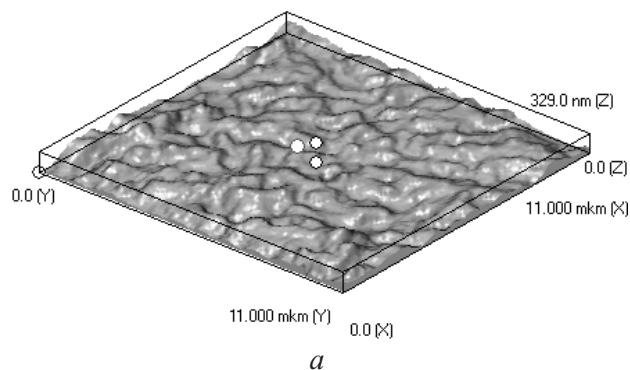
$$v_a = v_0 \exp [-E_a / RT],$$

где v_a — скорость сорбции, E_a — энергия активации сорбции, v_0 — предэкспоненциальная постоянная.

Осложнение кинетики сорбции на широконеоднородных поверхностях явлениями диффузии в поверхностных слоях тела и химическим взаимодействием между сорбатом и сорбентом отражается в подчинении кинетических изотерм сорбции уравнениям диффузии: $\alpha = kC_0(DC)^{1/2}$ и химической реакции первого порядка: $\ln(C_0/C) = kt$, где α — величина сорбции, D — коэффициент диффузии.

Согласно полученному изображению (рис. 2) поры изучаемого образца колеблются в интервале $n \cdot 10^{-8}$ – $n \cdot 10^{-6}$ м, что соответствует поверхности сорбента смешанного структурного типа, содержащего мезопоры ($1 \cdot 10^{-9}$ – $1 \cdot 10^{-7}$ м) и макропоры ($>1 \cdot 10^{-7}$ м). Это позволяет оценить удельную поверхность ($S_{уд.}$) изучаемых сорбентов, имея в виду то, что $S_{уд.}$ макропор в среднем составляет

0,5 — 2 м²/г, а мезопор — до 400 м²/г [5], получаем $S_{уд.} \sim n \cdot 10^1$ м²/г для изучаемых полимерных сорбентов.



б

Рис. 2. АСМ изображение поверхности в: а) 3D, б) 2D виде гранулы полистирол-2-окси-азо-2'-окси, 3', 5'-дисульфобензола. Размер скана 11×11 мкм.

В силу того, что радиус кривизны первого и второго типов пор ПКС значительно превышает размеры сорбируемых молекул, данные особенности морфологии поверхности полистирол-2-окси-азо-2'-окси, 3', 5'-дисульфобензола выступают транспортными каналами, по которым сорбируемые молекулы проникают в глубь гранул сорбента, что, по всей видимости, оказывает влияние на сорбцию полимерными сорбентами данного класса.

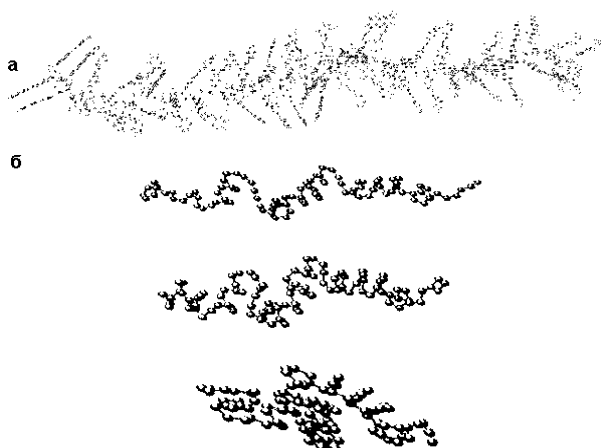


Рис. 3. Эволюция цепочки полимерного комплексообразующего сорбента:
а) образование геликоидальной структуры;
б) схематичное образование глобулы.

Методом молекулярной механики ММ+, доступным в пакете программы HyperChem v. 7.01, рассмотрен процесс самоорганизации полимерной цепи ПКС. Установлено, что эволюция изначально прямолинейной цепочки ПКС из 100 повторяющихся единиц — мономеров — приводит сначала к образованию либо зигзагообразной ленты, либо спирали (с топологической точки зрения зигзаг является вырожденной спиралью, у которой шаг винта равен π). И то и другое связано с образованием симметричных и антисимметричных мод неустойчивости под действием межатомных сил притяжения между соседними атомами. Таким образом, на первом этапе эволюции ПКС происходит образование геликоидальной структуры — спирали (рис. 3а) с возникновением межмолекулярных водородных связей, которые, по всей видимости, первоначально стабилизируют ее, однако данная конфигурация неустойчива, и в конце своей эволюции цепочка мономерных звеньев ПКС коллапсирует в глобулу (рис. 3б).

Исследование влияния термического воздействия проводили следующим образом. Образец полистирол-2-окси-азо-2'-окси, 3', 5'-дисульфобензола закрепляли на специальной подложке в муфельной печи с датчиком температуры. Нагревание проводили со скоростью $8^\circ\text{C} / \text{мин}$. Сорбент подвергали периодическому механическому воздействию — пенетрации — вдавливанию сердеч-

ника с концом меньшего сечения, чем рабочая площадь исследуемого образца. При этом фиксировалась его деформация. Периодическое приложение нагрузки позволяет получить более адекватные результаты, т.к. полимерный образец получает отдых — возможность восстанавливать деформацию после снятия нагрузки [4].

Термомеханическая кривая изучаемого образца полимера представлена на рисунке 4.

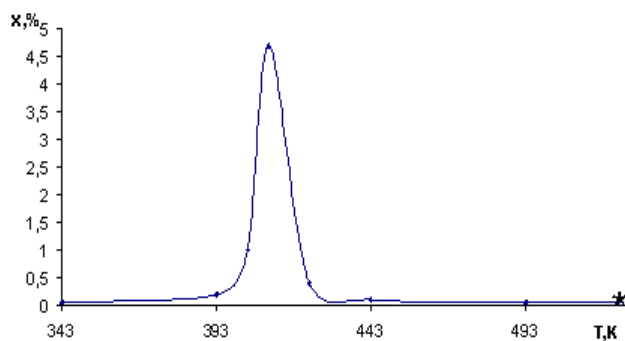


Рис. 4. Термомеханическая кривая полистирол-2-окси-азо-2'-окси, 3', 5'-дисульфобензола.

При изменении температуры от 293 К до 393 К деформации образца практически не наблюдается, что объясняется сшитой структурой полимера. В интервале 403 К — 423 К происходит относительно резкое увеличение деформации, которое может быть связано с наличием аморфных областей в структуре полимера. При дальнейшем увеличении температуры происходит уменьшение ξ . По всей видимости, аморфные области полимера в процессе термомеханического испытания подвергаются кристаллизации или же происходит дальнейшая сшивка цепей полимера. При достижении области температур, помеченных на рис. 4 (*), начинается процесс термоокислительной деструкции, сопровождающийся изменением окраски образца и заканчивающийся его сгоранием.

Таким образом, выявлены особенности геометрической морфологии изучаемого сорбента — удельная поверхность и диаметр пор, играющих существенную роль в процессах масса — переноса в ходе гетерогенных химических реакций. Рассмотрен процесс самоорганизации ПКС. Найден интервал температур, в котором изучаемый сорбент сохраняет свои физические и механические свойства, а следовательно, может быть использо-

ван в исследовании процессов сорбции в условиях повышенной температуры.

Полученные данные позволяют учесть особен-

ности строения изучаемого класса соединений при дальнейшем исследовании процессов сорбции с их участием.

Библиографический список

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. — ИФМ РАН — г. Н. Новгород, 2004. — 110 с.
2. Хакен Г. Синергетика. — М.: Мир, 1980. — 408 с.
3. Аскадский А.А., Кондращенко В.И. Компьютерное материаловедение полимеров. Т 1. Атомно-молекулярный уровень. — М.: Научный мир, 1999. — С. 544.
4. Методы исследования структуры и свойств полимеров: учеб. пособие / И.Ю. Аверко-Антонович, Р.Т. Бикмуллин. — Казань: КГТУ, 2002. — 604 с.
5. Кировская И.А. Адсорбционные процессы. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1995. — 304 с.
6. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности: Учебник-монография / В.И. Ролдугин. — Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2008. — 568 с.
7. Басаргин Н.Н., Оскотская Э.Р., Симакова О.Е., Дорофеева Е.А. Теоретические и практические аспекты применения полимерных хелатообразующих сорбентов о,о'-диокси-азо-функциональной аналитической группировкой в анализе объектов окружающей среды на содержание Be, Cd, Sc, Y, Co, Ni: монография. Том I. — Орел: ОГУ, Полиграфическая фирма «Картуш», 2006. — 176 с.
8. Грибанов Е. Н., Оскотская Э. Р. Исследование свойств и структуры ПХС с о-амино-о'-окси-азо-ФАГ / Проблемы теоретической и экспериментальной химии: XVIII Российская молодежная научная конференция: сборник статей. — Екатеринбург, 2008.

E.R. OSKOTSKAYA, N.N. BASARGIN, E.N. GRIBANOV

EXPLORATION OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF POLYMERIC COMPLEXING SORBENTS

In the paper explored the structure and properties of polymeric complexing sorbents by quantum chemistry, termomechanical and methods of atomic force microscopy. Some features of the surface's geometric morphology and their influence on mass transfer's processes in heterogenic chemical reactions are revealed. Special attention touched of sorbent's performances in the time of thermal influence.

Keywords: atomic force microscopy, quantum chemical calculation, sorption, self — organization.

Н.Н. БАСАРГИН,

Э.Р. ОСКОТСКАЯ,

А.В. ОСИПОВА, кандидат химических наук, доцент кафедры химии
Орловского государственного университета
Тел. 8-915-500-95-27; alla_o80@mail.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОРБЦИИ МИКРОКОЛИЧЕСТВ СВИНЦА СОРБЕНТАМИ С О-, О'-ДИОКСИАЗОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППИРОВКОЙ

Изучены параметры процесса хемосорбции Pb (II) моно- и дизамещенными полимерными хелатообразующими сорбентами (ПХС), синтезированными на основе полистирола и содержащими в своей матрице о,о'-диокси-<1-азо-1'>-функциональную аналитическую группировку (ФАГ) и заместители различной природы. Впервые установлены для изученных сорбентов количественные корреляционные зависимости типа: $pK'_a - pH_{50}$, $pK'_a - z$, $pK'_a - \lg \beta$, $pH_{50} - \sigma_{n(n+0)}$, $\sigma_{n(n+0)} - z$. Установленные зависимости являются основой количественного прогнозирования для выбора, направленного синтеза и применения сорбентов данной группы в неорганическом анализе, а также служат подтверждением правильности полученных экспериментальных данных.

Ключевые слова: полимерные хелатообразующие сорбенты (ПХС), функционально-аналитическая группировка (ФАГ), корреляционные зависимости, система «сорбент — свинец», прогнозирование параметров сорбции.

Для оценки степени загрязнения окружающей среды определение микроколичеств ионов свинца является важной аналитической задачей. Однако сложный состав объектов, наличие мешающей матрицы и на их фоне незначительных концентраций самого определяемого элемента затрудняют, а иногда делают невозможным получение надежных результатов. Одним из перспективных путей решения данной проблемы является разработка комбинированных методик анализа, включающих стадию сорбционного концентрирования. Их применение позволяет уменьшить объем пробы, значительно снизить или полностью устранить влияние фоновых макрокомпонентов, что повышает метрологические характеристики анализа. Следует отметить, что при этом используется доступное оборудование, сокращается время пробоподготовки, снижаются энерго- и трудозатраты.

Для повышения чувствительности определения следовых количеств элементов,

избирательного концентрирования, разделения и эффективного извлечения широкое применение нашли полимерные хелатообразующие сорбенты, содержащие в своей матрице функционально-аналитические группы. Сорбционное концентрирование с помощью ПХС характеризуется эффективностью и избирательностью извлечения микроэлементов из растворов, простотой в выполнении и удобством для последующего определения исследуемых элементов различными методами.

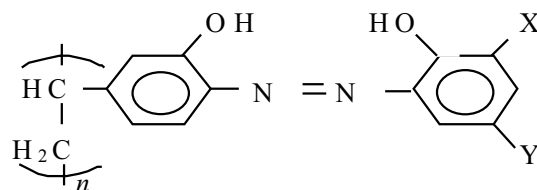
В связи с превалированием эмпирического подхода в области синтеза и применения полимерных хелатообразующих сорбентов одними из актуальных теоретических направлений являются установление корреляционных зависимостей между структурными параметрами ПХС и их свойствами и составление на этой основе количественного прогноза некоторых важнейших аналитических и физико-химических характеристик сорбентов и процесса сорбции, осуществление целенаправленного синтеза, поиск и применение сорбентов в неорганическом анализе.

Работа является продолжением исследований, выполненных по Проекту № 95-03-09126а Российского Фонда фундаментальных исследований Российской Академии наук: «Теоретические и экспериментальные исследования в области корреляций между физико-химическими свойствами органических полимерных сорбентов и аналитическими параметрами процесса сорбции микроэлементов. Разработка эффективных методов концентрирования и определения микроэлементов».

Цель настоящего исследования заключалась в изучении химико-аналитических свойств ПХС в процессе концентрирования свинца и установлении закономерных связей между строением и кислотно-основными свойствами ФАГ с физико-химическими параметрами сорбента и процесса хемосорбции. Ранее в этом направлении были проведены исследования, которые указали на существование корреляционной связи между упомянутыми свойствами.

В ЦХЛ ИГЕМ РАН был синтезирован класс ПХС на основе полистирола с *o*-, *o'*-диокси-азофункциональной аналитической группировкой и заместителями различной электронной природы.

Сорбенты отвечают структурной формуле:



где X и Y — заместители H, SO₃H, NO₂, Cl, COOH.

Изучение и сопоставление физико-химических свойств сорбентов и параметров сорбции позволили установить количественные корреляционные зависимости между pK'_a функциональной группы сорбента (ФАГ) и электронными константами Гаммета ($\sigma_{o+n(n)}$) для *орто*- и *пара*-заместителей, между pK'_a и pH полусорбции (pH_{50}) хелатообразования свинца, между pK'_a и устойчивостью комплексов свинца ($lg \beta$), а также корреляционную зависимость $\sigma_{o+n(n)}$ — pH_{50} хелатообразования свинца. Установленные корреляционные зависимости можно описать уравнениями прямых.

Исходный раствор свинца с концентрацией 1 мг/мл готовили растворением точной навески металла (99,99%) в соляной кислоте по известной методике. Рабочие растворы свинца готовили разбавлением исходного раствора.

ПХС были синтезированы в ЦХЛ ИГЕМ РАН на основе сополимера стирола с дивинилбензола макропористой структуры марки 15/100, очищены известными способами и имели квалификацию «х.ч.». Содержание ФАГ (ψ) контролировали элементным анализом на ключевые атомы и определением сорбционной емкости сорбента (СЕС). Степень вхождения ФАГ находилась в интервале 0,2–0,4.

pH растворов измеряли на pH -метре Ионмер И-500 с точностью измерения $\pm 0,05$. Определение содержания ионов свинца в растворах осуществляли методом инверсионной вольтамперометрии на приборе «Экотест-ВА», который в комплексе с программным обеспечением представляет собой электрохимическую измерительную систему, управляемую при помощи персонального компьютера. Параметры электрохимического измерения ионов свинца (II) на инверсионно-вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры электрохимического определения ионов свинца на инверсионно-вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА»

Параметр	Единицы измерения	Величина параметра
Скорость развертки потенциала	мВ/с	100
Начало развертки потенциала	мВ	–1200
Конец развертки потенциала	мВ	100
Потенциал накопления	мВ	–1200
Продолжительность накопления	с	300
Продолжительность стабилизации потенциала в ячейке	с	10
Потенциал очистки электрода	мВ	400
Продолжительность очистки электрода	с	300
Шкала измерения анодного тока	мкА	0–200
Амплитуда модуляции	мВ	30
Частота модуляции	Гц	25

Исследования проведены с применением комплекса современных физико-химических методов исследования (потенциометрия, инверсионная вольтамперометрия, ИК-спектроскопия, квантово-химические расчеты структур сорбентов и др.).

Важнейшими аналитическими и физико-химическими свойствами полимерных комплексообразующих сорбентов, их полихелатов и процесса сорбции являются: степень сорбции — $R, \%$; $pH_{\text{опт}}$ и pH_{50} сорбции; сорбционная емкость сорбента — $SEC_{\text{ме}}, \text{мг/г}$; время и температура сорбции — $\tau, \text{мин.}$ и $t, ^\circ\text{C}$; коэффициент распределения (D) ионов элемента в системе «раствор — сорбент», коэффициент концентрирования (K); кислотно-основные свойства ФАГ сорбента (pK_a); устойчивость образующихся полихелатов ($\lg \beta$) (рис. 1–3, табл. 2). Данные, приведенные в таблице 2, получены при $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Величины $pH_{\text{опт}}$ и pH_{50} хемосорбции определяли по зависимости степени извлечения элемента ($R, \%$) от кислотности среды для каждого сорбента; оптимальное время и температуру сорбции при $pH_{\text{опт}}$, последовательно измеряя эти параметры; $SEC_{\text{ме}}$ устанавливали определением содержания элементов в сорбенте и равновесном растворе после сорбции в оптимальных условиях, меняя количество введенного элемента. Коэффициенты распределения D для каждой сорбционной системы вычисляли из экспериментальных данных.

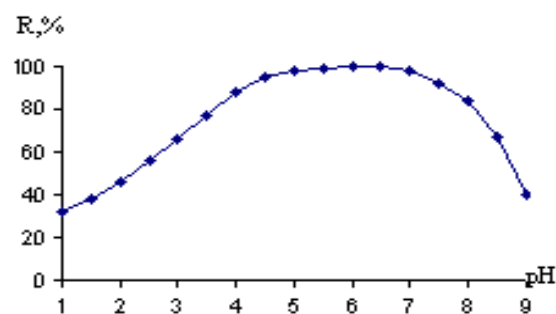


Рис. 1. Влияние кислотности среды на сорбцию свинца (II) сорбентом полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1'} \rangle$ -2'-окси-5'-сульфо-3'-карбоксибензол (№ 9).

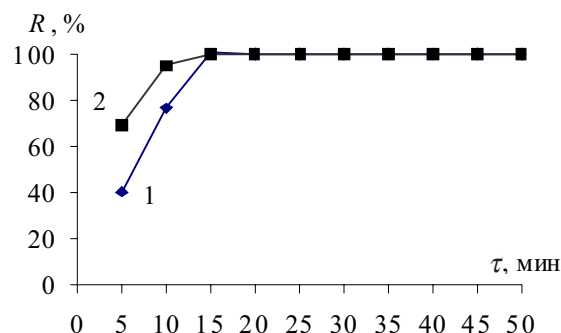


Рис. 2. Влияние времени перемешивания на процесс сорбции свинца (II) сорбентом полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1'} \rangle$ -2'-окси-3',5'-динитробензол (№ 8) при 20°C (1) и 60°C (2).

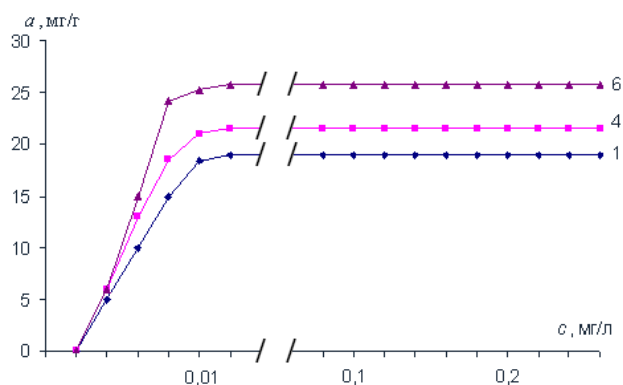


Рис. 3. Изотермы сорбции свинца (II) полимерными хелатообразующими сорбентами № 1, 4, 6.

Исследованные сорбенты представляют собой сферические гранулы коричневого цвета, нерастворимые в воде, кислотах и щелочах, в органических растворителях, не набухают, способны к кислотной регенерации (10–12 рабочих циклов хемосорбции). Установлено, что возможна десорбция иона свинца из фазы сорбента при промывании фильтра 15 мл 2 М HNO_3 .

Все исследуемые сорбенты количественно ($R=100\%$) сорбируют свинец при комнатной ($20\pm 2^\circ\text{C}$) температуре в течение 15–30 минут. Повышение температуры до 60°C сокращает время сорбции незначительно (на 5–10 минут).

Таблица 2

Физико-химические и аналитические характеристики сорбентов и процесса хемосорбции свинца (II) ($t = 20\pm 2^\circ\text{C}$, $\mu = 1$, $R = 98\text{--}100\%$)

№ п/п	Сорбент	$\text{pH}_{\text{опт}}$	pH_{50}	CEC_{Me} , мг/г	τ , мин.	$\lg \beta$	$D \cdot 10^{-3}$, мл/г
1	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-оксибензол	5,5–7,4	2,1	19,85	30	8,1	62
2	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-окси-5'-хлорбензол	5,7–7,1	1,9	21,22	25	7,9	54
3	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-окси-5'-сульфобензол	5,3–7,7	1,7	20,70	25	7,5	58
4	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-окси-5'-нитробензол	5,5–7,5	1,4	21,67	15	7,2	55
5	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-окси-3'-сульфо-5'-хлорбензол	5,0–7,3	1,9	25,10	25	7,6	52
6	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-окси-3',5'-дисульфобензол	6,0–8,0	1,5	25,80	25	7,4	31
7	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-окси-3'-сульфо-5'-нитробензол	5,3–7,7	1,4	25,40	15	7,1	48
8	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-окси-3',5'-динитробензол	5,3–7,0	1,2	25,65	15	6,9	50
9	Полистирол-2-окси- $\langle 1\text{-азо-1}' \rangle$ -2'-окси-3'-карбоксо-5'-сульфобензол	5,3–7,0	2,2	20,57	30	8,0	59

Для установления корреляционной зависимости между кислотными свойствами (pK'_a) ФАГ сорбентов и pH_{50} сорбции свинца сопоставлялись их величины. Найденная зависимость представляет

собой прямую линию (рис. 4), описываемую корреляционным уравнением:

$$\text{pH}_{50} = (\text{pK}'_a - 5,95)/1,19$$

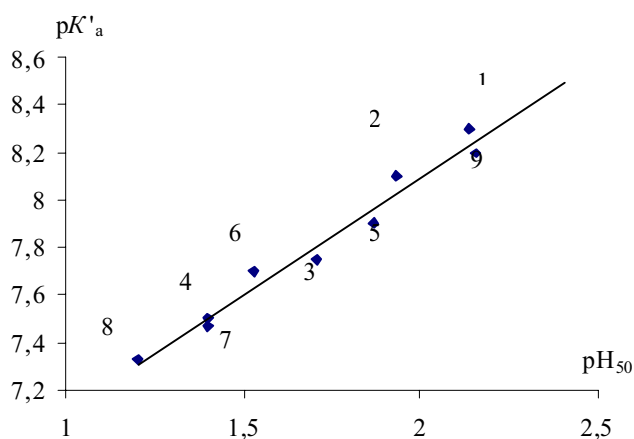


Рис. 4. Корреляционная зависимость между кислотно-основными свойствами (pK'_a) функциональных аналитических групп сорбентов и величинами pH_{50} сорбции свинца (II) (1–9 — номера сорбентов).

Установленные корреляции позволяют осуществлять количественный прогноз параметров сорбции (pH_{50}) исходя из величин pK'_a . Последние могут быть рассчитаны по установленной корреляции $pK'_a - \sigma_{o+n(n)}$ и представлены на рисунке 5.

$pK'_a = 8,29 - 0,29 \cdot \sigma_n$ — для монозамещенных сорбентов;

$pK'_a = 8,11 - 0,38 \cdot \sigma_{o+n}$ — для дизамещенных сорбентов.

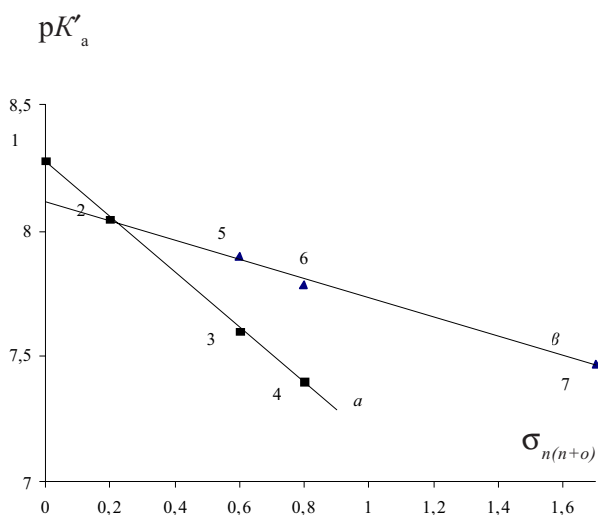


Рис. 5. Корреляционные зависимости между кислотно-основными свойствами моно- (а) и дизамещенных (в) полимерных хелатообразующих сорбентов и константами Гаммета (1–7 — номера сорбентов).

Установленные для изученных систем количественные корреляционные зависимости имеют большое практическое и теоретическое значение. Они не только позволяют оценить влияние введенных в сорбент заместителей на свойства сорбентов ($pK'_a - \sigma$), процесс комплексообразования ($pH_{50} - \sigma$), свойства образующихся комплексов ($\lg \beta - pK'_a$), подтвердить участие второй гидроксильной группы (ОН') ФАГ сорбентов в процессе комплексообразования ($pK'_a - pH_{50}$), но и дают возможность предсказывать свойства несинтезированных сорбентов данного класса с новыми заместителями, что позволяет значительно экономить время и реактивы и получать на практике сорбенты с эффективными аналитическими свойствами для проведения концентрирования микроэлементов.

Так, например, первоначально были исследованы свойства четырех монозамещенных сорбентов изучаемого ряда. Наиболее перспективными аналитическими свойствами обладает сорбент № 4. Уравнения корреляций позволяют охарактеризовать сорбенты с другими заместителями. Например, рассмотрим свойства сорбента, где заместителем являлась бы арсоногруппа AsO_3H_2 . Установлено, что для данного заместителя σ_n равна 0,460. Используя установленные корреляционные зависимости, мы можем рассчитать величину pK'_a для данного модельного монозамещенного сорбента:

$$pK'_a = 8,29 - (0,29 \cdot 0,46) = 8,16.$$

Далее, подставив полученное значение в уравнение установленной нами корреляционной зависимости, рассчитываем величины pH_{50} и $\lg \beta$:

$$pH_{50} = (8,16 - 5,95)/1,19 = 1,86,$$

$$\lg \beta = (8,16 - 6,95)/0,84 = 1,44.$$

Таким образом, расчетные данные свидетельствуют о том, что прогнозируемый сорбент не превосходит уже синтезированный динитрозамещенный по величине pH_{50} сорбции (сдвиг pH_{50} составляет 1,95) и его синтез для дальнейшего использования при разработке нового метода концентрирования нецелесообразен, учитывая труднодоступность исходного продукта.

Установленные корреляционные зависимости позволяют прогнозировать улучшение аналитических свойств сорбентов. Введение двух электрофильных заместителей в *орто*- и *пара*-положение приведет к взаимному усилению их влияния на pK'_a ФАГ сорбента, что количественно выражается в увеличении значений $\sigma_{o+n'}$, а значит, к смещению значения pK'_a и pH_{opt} в более кислую область.

Исследование свойств синтезированных диза-

мещенных сорбентов подтвердили наше предположение. С введением группы NO_2 в *орто*- и *пара*-положение к OH' -группе ФАГ сорбента величина pH_{50} сорбции элемента смещается в более кислую область ($\Delta pH = 0,7$).

Кроме того, полученные количественные корреляции позволяют доказать, что при наличии сорбентов № 7, 8 синтез аналогов, имеющих в своей структуре другие заместители, нецелесообразен.

N.N. BASARGIN, E.R. OSKOTSKAYA, A.V. OSIPOVA

FORECASTING OF PARAMETERS SORPTION OF MICROQUANTITIES OF LEAD SORBENTS WITH O-, O'-DIOXYAZOFUNCTIONAL ANALYTICAL GROUPING

Process parameters chemisorptions Pb (II) mono- and disubstituted polymeric chelating by sorbents (ПХС), synthesized on the basis of polystyrene and containing in the matrix *o*-, *o'*- dioxo- <1-azo-1'_a>-functional analytical grouping (PAG) and assistants to the various nature are studied. For the first time quantitative correlation dependences of type are established for the studied sorbents: $pK'_a - pH_{50}$, $pK'_a - z$, $pK'_a - \lg \beta$, $pH_{50} - y_{n(n+o)}$, $y_{n(n+o)} - z$. The established dependences are a basis of quantitative forecasting for a choice, the directed synthesis and application of sorbents of the given group in the inorganic analysis, and also serve as acknowledgement of correctness of the received experimental data.

БИОЛОГИЯ

*Н.В. БОНДАРЬ, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии, гигиены и экологии Орловского государственного университета
Тел. 89102645136*

МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ЦЕЛОСТНОСТИ И НАПРАВЛЕННОСТИ В АНАЛИЗЕ СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

В статье отражена возрастная реорганизация функциональной системы кровоснабжения в процессе развития как многоуровневый целостный процесс, основывающийся на взаимосвязи функциональных состояний, складывающихся в различные возрастные периоды. Представленный теоретический аспект понимания роли целостности и направленности в развитии способствует накоплению опыта системной ориентации в анализе становления сердечно-сосудистых функций человека в процессе онтогенеза.

Ключевые слова: *сердечно-сосудистая система, онтогенез, целостность, норма реакции.*

Проблема индивидуального развития человека была и остается одной из самых актуальных медико-биологических проблем. Создание науки, занимающейся изучением проблем онтогенеза, требует развития теории [1].

Представленный в данной работе теоретический аспект понимания особенностей развивающейся системы, которой является как организм растущего человека в целом, так и его сердечно-сосудистая система в частности, основывается на современных системных представлениях о процессе развития, накопленных в результате исследований многих авторов [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Изучение исследований, посвященных возрастному аспекту развития сердечно-сосудистых функций, дает основание заключить, что в настоящее время накоплен банк данных, дающих информацию о величинах показателей функционирования сердечно-сосудистой системы растущего человека, характерных для различных возрастных периодов и показывающих их изменения в эпохальном аспекте [10, 11, 17]. Результативность большинства исследований, выполненных на аналитическом уровне, весьма точно охарактеризована академиком П. К. Анохиным, который заметил, что «чисто аналитический уровень исследования в биологии и физиологии становится все более и более опасным и угрожает утопить нас в половодье разрозненных и часто не объединенных ничем фактов» [19].

В настоящее время большинство авторов, занимающихся проблемами растущего организма, осознают необходимость следующего за аналитическим методом шага и рассматривают становление в современных исследованиях системной ориентации как закономерный итог преобразований, происходящих в самых различных областях науки, в результате которых усиливаются взаимосвязи и взаимоотношения различных подходов [13,14,15,16,17,18]. В связи с этим работы, помогающие накапливать опыт системных исследований организации сердечно-сосудистых функций в процессе развития и в основе своей использующие положения общей теории систем, а также такие основные системные принципы, как целостность, направленность, структурность, взаимозависимость, иерархичность и множественность, являются актуальными.

Развитие организма как целого в онтогенезе представляется как процесс, как трансформирующееся состояние материи, в результате которого изменяются соотношения частей в пределах целого, а также причинно-следственные отношения [19,20]. Организм растущего человека, а также его сердечно-сосудистая система развиваются как целое от одного типа целостности к другому типу целостности, оставаясь на всех фазах или стадиях развития также целостным явлением, т.е. в едином процессе могут объединяться различные качественно несходные состояния целостности [19]. В связи с этим, а также на основании международной классификации возрастных периодов организм представляется как целое в различные периоды своего развития: младенческом, детском, подростковом, юношеском, зрелом и т.д., а сам процесс развития — как меняющаяся структурно-функциональная организация этого целого. В этом едином процессе развития от одного вида целостности к другому объединяются различные качественно несходные структурно-функциональные состояния целостности, свойственные каждому возрастному периоду.

Сердечно-сосудистая система с многоуровневой системой управления представляет интеграцию, под которой понимается коррелятивная изменчивость и устойчивость структурно-функциональной организации системы кровоснабжения на

различных временных протяженностях. В нашем представлении общая протяженность, или постнатальный период жизни, развивающейся функциональной системы кровоснабжения составляет временной интервал от момента рождения организма до достижения им половозрелого состояния. В качестве дискретностей этой протяженности, например, можно рассматривать временной интервал от 11 до 17 лет, в таком случае длительность его составляет 6 лет и соответствует пубертатному периоду онтогенеза (рис. 1). В течение этого периода функциональная система, следуя законам развития, подвергается преобразованиям и реорганизациям, связанным с необходимостью достижения результатов, адекватно удовлетворяющих потребности организма, находящегося на данном этапе развития, в кислороде и питательных веществах. Возрастные ограничения этой протяженности 11 лет и 17 лет рассматриваются как ее полюса. Пограничными возрастными интервалами этой протяженности устанавливаются системокванты длительностью в 1 год (11–12 лет, 12–13 лет, 13–14 лет, 14–15 лет, 15–16 лет, 16–17 лет). Системокванты внутри пограничных интервалов могут быть различными в зависимости от задач исследования.

Полезные результаты, достигаемые функциональной системой кровоснабжения при завершении каждого возрастного интервала (11 лет, 12 лет, 13 лет и т.д.), являются конечными для данного интервала и фазными для исследуемого интервала (11–16 лет). Полезные результаты, достигаемые функциональной системой кровоснабжения в каждый конкретный временной квант данного возрастного интервала, являются фазными для данного интервала и конечными для данного кванта.

В процессе развития происходит динамическое изменение функциональной системы кровоснабжения, характеризующееся определенными показателями функционирования, которые представляют собой модификации индивидуальной адаптивной нормы. Эти модификации являются фазными результатами в определенных возрастных интервалах от 11 до 16 лет, при этом каждый такой фазный результат при переходе от одного интервала к другому является одновременно конечным для одного временного периода и начальным

для другого. Адаптивная норма реакции, достигнутая к окончанию данного временного интервала, является основой для построения адаптивной нормы следующего возрастного периода.

Условное разделение времени наблюдения ис-

следуемого интервала онтогенеза на отдельные периоды, а сами периоды — на отдельные временные кванты назовем дискретизацией, или квантованием непрерывного процесса развития $x(t)$, что упрощенно отражено на рисунке 1.

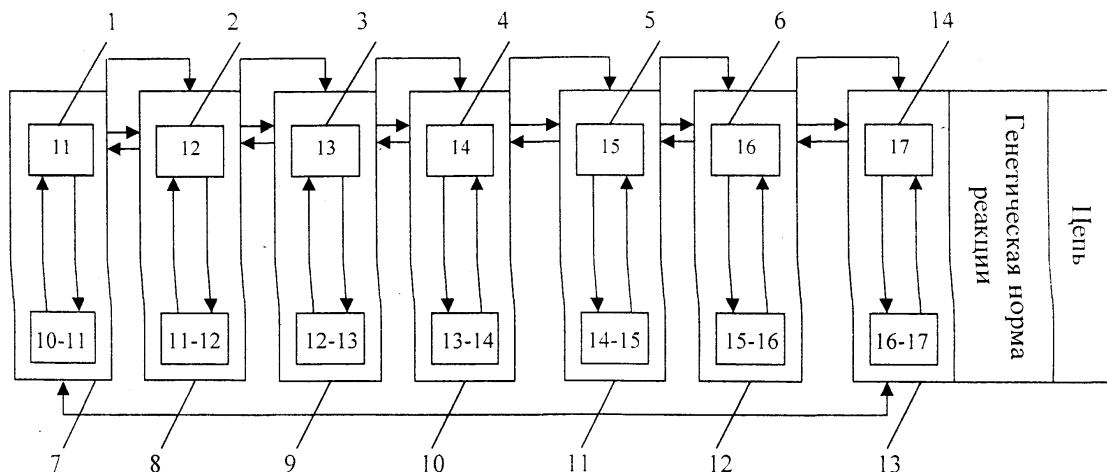


Рис. 1. Фрагмент упрощенной схемы, отражающей односторонне направленный процесс развития сердечно-сосудистых функций подростков с 11 до 17 лет.

1–6 — генетическая норма реакции, свойственная соответствующему возрастному периоду; 7–13 — модификации адаптивной нормы, реализуемые из фонда генетической нормы, свойственные определенным временным квантам соответствующего возрастного периода; 14 — генетическая норма реакций, свойственная сердечно-сосудистым функциям зрелого периода.

Благодаря комплементарным свойствам функциональных систем кровоснабжения, реализуемым в каждый временной квант, а также зависимости функциональных состояний эта фазовая реорганизация системы представляет собой многоуровневый целостный процесс. В каждый временной квант этого процесса обеспечиваются не только функциональные отправления и реакции на внешние раздражители всей системы как целого, но и целеустремленное движение этого целого по пути реализации генетической программы развития с ее нормой реакции, свойственной зрелому состоянию организма. В своем настоящем развитии сердечно-сосудистые функции зависят не только от взаимодействия организма со средой в онтогенезе, но и от прошлых взаимодействий в своем филогенетическом развитии. Это прошлое развитие системы кровоснабжения является одной из при-

чин в ее настоящем развитии. Прошлые конечные состояния, исторический опыт реализации этих состояний, в результате которых достигалась норма реакции организма и его функциональных систем, свойственная их зрелому состоянию, определяют их онтогенез, «в процессе которого система достигает своего конечного состояния. ...Свойство живой системы быть детерминированной ее конечным состоянием, к которому система стремится как к своей «цели», отражает целенаправленный характер развития» [1].

Целевая причина, определенная И.И. Шмальгаузенем в понятиях «норма реакции» и «исторически обоснованная реакционная база», выступает в роли одной из внутренних причин, детерминирующих развитие организма и его функциональной системы кровоснабжения. Потенциальная активность исторически сформированной целевой причины отражает «всю динамику целеустремленной борьбы посредством целесообразных механизмов, которые организм использует в своем развитии по реализации информации генотипа» [21].

Развитие целого организма и его функциональной системы кровоснабжения обусловливается двумя видами детерминаций: целевой — «детермина-

ция через всеобщее, которая выступает субъективно как цель», и причинной, т.е. «...по причинности, когда предыдущее состояние системы определяет ее настоящее, а настоящее определяет ее будущее» [22, 23]. Постоянно меняющаяся структурная организация сердечно-сосудистых функций является результатом фазных реорганизаций функциональной системы кровоснабжения. Фазные реорганизации функциональной системы кровоснабжения в различные временные периоды, задачей которых является получение конечного приспособительного результата, могут рассматриваться как различные формы реализации пространственно-временной дискретности. Применительно к развивающейся системе кровоснабжения как целостности «непрерывно будет единство многообразных состояний целостности, осуществляющихся за счет непрерывных преобразований многообразия пространственно-временных дискретностей... Непрерывность и однозначность преобразования обеспечиваются непрерывностью структурности, непрерывностью единства пространства и времени» [19]. «Любое живое тело находится в непрерывно меняющемся трехмерном пространственно-временном континууме. Отношение живого к внешнему миру понимается нами как непрерывная обработка континуума воздействий, не имеющих скачкообразного разрыва в пространстве и времени» [2].

Теоретическое осмысление становления сердечно-сосудистых функций в развивающемся организме человека является неотъемлемой составной частью осмысления целесообразной организации организма в целом, т.к. «становление целесообразной организации живого нельзя понять вне функций его частей» [1]. В связи с тем, что функция выражает направленность взаимодействия структур организма и целостной деятельности системы на «получение приспособительного результата», рассмотрение сердечно-сосудистой системы растущего организма с точки зрения ее функционирования является отражением целевого подхода. Целевой подход предполагает анализ развития растущего организма и его структур «как целенаправленного процесса, обусловленного исторически обоснованной реактивной базой организма и его целевой причиной» [1]. Историческая обусловленность процессов жизнедеятельности в

развивающемся организме определяет их направленность. В этом случае и функции сердечно-сосудистой системы, выполняя одну из сторон жизнедеятельности растущего организма как целого, имеют целенаправленный характер, «поскольку эта относительно самостоятельная работа» служит «интересам» всего организма. В таком случае сердечно-сосудистая система растущего организма и ее функции имеют целевое назначение.

Историческая норма реакции сердечно-сосудистых функций, которая должна быть реализована к окончанию процесса развития, т.е. к наступлению половой зрелости, является целью, к которой стремится в своем развитии функциональная система кровоснабжения. В данном случае эта цель выступает как фактор, определяющий направленность развития [1].

Использование категории цели, выработанной применительно к характеристике человеческой деятельности, вполне уместно и применительно к развитию организма как целого и к развитию сердечно-сосудистой системы и ее функций для обозначения итога процесса развития, т.е. завершающей стадии этого процесса.

Благодаря тому, что понятие цели было расшифровано в терминах «программа», «модель потребного организму будущего», «стало возможным понять, что программа, закодированная как в наследственных генетических структурах, так и физиологических системах, имеющих фиксированный акцептор результата действий», может выступать в качестве «предвосхищающей модели» еще не совершающегося действия, его результата» [24, 1, 2]. Эта предвосхищающая модель результата, который должен обеспечиваться сердечно-сосудистой системой при достижении ею зрелого структурно-функционального состояния, и является целью ее развития.

Результат развития сердечно-сосудистых функций организма в зрелом возрасте отражает континуум результатов, которые достигаются системой кровоснабжения в процессе развития ее как целого, целеустремленного к достижению генетически запрограммированной нормы реакции, свойственной определенному возрастному периоду. Сердечно-сосудистая система в своем развитии целеустремлена к получению «закодированного в

ведущих параметрах результата» [19]. Особенностью функционирования акцептора результата действия в условиях растущего, развивающегося организма является то, что он выполняет функции кодирования не только сиюминутного адаптивного результата сердечно-сосудистых функций, но и «кодирует в ведущих параметрах результат», который должен быть получен через годы [25]. В момент принятия решения идет процесс, намного опережающий события, и формируется он не поступательно. «Опережение событий есть прежде всего активное поддержание поставленной цели до момента ее реализации» [19]. «Историческая реактивная база с ее нормой реакции выступает в живой системе в форме целевой функции» [1]. Целью развивающегося организма является достижение той структурной организации и функциональной активности, которая свойственна взрослому организму. Осуществление этого результата обеспечивается постепенно посредством достижения этапных результатов, отражающих состояние сердечно-сосудистых функций, обеспечивающих кровоснабжение целостного организма на данном возрастном этапе развития. В этом случае системная организация сердечно-сосудистых функций в процессе пубертатного периода онтогенеза представляется «иерархической организацией последовательного ряда реализованных «целей» [25]. Функционирование развивающейся живой системы обуславливается целевой причиной, имеющей своей материальной основой определенную «наследственную структуру — генотип...» [1]. При этом «каждый частный этап в развитии целенаправлен и достигнутая цель становится отправным пунктом для организации следующей стадии уже со своей целью, которая достигается только со временем» [25].

Для развивающейся системы временной континуум является тем условием, которое способствует постепенному становлению ее относительной устойчивости (stady stay) при достижении ею зрелого состояния.

В связи с постоянным изменением во времени функциональной системы кровоснабжения, работающей в режиме обеспечения результата деятельности целого организма и перехода ее из одного функционального состояния в следующее,

более зрелое, ее нельзя назвать однозначно гомеостатической. Однако, по-видимому, каждому определенному периоду временного континуума соответствует свое понятие гомеостаза со свойственными данному возрастному периоду биологическими динамическими константами.

Системы, регулирующие функционирование развивающегося организма и его сердечно-сосудистых функций, в отличие от зрелого организма работают в специфическом режиме, направленном прежде всего на обеспечение смены одного функционального состояния сердечно-сосудистых функций, результаты которых оптимально обеспечивают достижение результатов целого организма в данном настоящем времени, на другое состояние, результаты которого являются оптимальными для того времени, когда настоящее станет прошлым, а будущее — настоящим.

Процесс развития функциональной системы кровоснабжения как неотъемлемой части целого организма, обеспечивающей его развитие и выживание, является целостным. Этот процесс представлен функциональными состояниями, организуемыми системой кровоснабжения целого организма в каждый конкретный момент времени. При этом событие, являющееся полезным результатом деятельности, достигнутым на предыдущем уровне развития, является одновременно концом предыдущего функционального состояния и началом последующего, направленного на достижение следующего этапного результата, который, в свою очередь, организует конец предыдущего этапа и начало последующего.

Онтогенез сердечно-сосудистой системы представляется в виде связи различных ее состояний. Связь этих различных состояний сердечно-сосудистой системы в растущем организме проявляется связью состояний в данный момент времени с состоянием в последующий момент времени.

Аналогично наблюдаемой в процессе развития живой системе связь состояний отмечается и в технических системах. Однако эта аналогия ни в коей мере не может быть полной, т.к. лишена своей сущностной основы, которая разнит живые и неживые системы, а именно эволюционного понимания складывающейся связи состояний.

Рассматривая взаимосвязь состояний с энергетической точки зрения, согласно первому закону термодинамики изменение энергии не зависит от промежуточных состояний. «Поскольку внутренняя энергия — параметр состояния, то ее изменение не зависит от промежуточных состояний рабочего тела (от пути процесса), а определяется начальным и конечным состоянием системы» [26]. Для ясности излагаемых понятий, касающихся связи состояний, воспользуемся терминологией Марковских процессов, т.е. процессов для дискретных значений моментов времени t (и дискретных значений ординат случайных функций). При необходимости рассмотрения двух моментов времени условимся, что предшествующий момент времени будет t , а будущий — τ . При этом всегда будет $t < \tau$. Ордината процесса в момент времени t будет x , а ордината в момент времени τ будет y . Случайный процесс обозначим $V(t)$, тогда

$$x = V(t), y = V(\tau), t \leq \tau. \quad (1)$$

Если рассматривать несколько моментов времени $t_1, \dots, t_2, \dots, t_3$, условимся нумеровать их в порядке возрастания, а соответствующие ординаты процесса будем обозначать буквой x с тем же индексом, тогда

$$x_1 = V(t_1), x_2 = V(t_2), \dots, x_R = V(t_R), (t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_R). \quad (2)$$

Если для любых моментов времени $t_1 < t_2 < \dots < t_{R-1} < t_R$, тогда

$$f(x_R | x, \dots, x_{R-1}) = f(x | x_{R-1}). \quad (3)$$

«Таким образом, закон распределения ординат Марковского процесса в будущий момент времени t_R зависит только от значения ординаты этого процесса в настоящий момент времени t_{R-1} и совершенно не зависит от того, как изменялась ордината процесса в прошлом» [27].

Однако отличие механизмов обратной связи в живой системе от обратных связей в самоуправляемых технических системах заключается в том, что «обратные связи в живой системе предeterminированы или фиксированы в норме реакции генотипа системы». Поэтому, когда проводится аналогия между связью состояний, осуществляющейся в процессе развития живой системы, с Марковскими процессами, необходимо помнить, что отличительной основой этих двух систем является именно то, что одна из них (неживая) в сво-

ем развитии не имела филогенетического прошлого, которое привело ее к настоящему. В развитии сердечно-сосудистых функций, т.е. в их настоящем функциональном состоянии, уже вложен весь опыт предыдущего.

С информационной точки зрения обратные связи в развивающейся живой системе «являются в некоторой степени фиксированными» и в настоящий момент отражают «не только зависимости между функциональными компонентами системы в их настоящем, но и зависимости от тех функций, которые осуществлялись в историческом прошлом системы» [1].

Эти многообразия состояний целостности представляют собой пространственно-временные дискретности. Непрерывный поток изменений этого многообразия функциональных состояний системы кровоснабжения в растущем организме поддерживается за счет изменений потока многочисленных внутри- и межсистемных связей. В результате развивающаяся система кровоснабжения представлена постоянным набором различных функциональных состояний, которые переходят, «скользят» от одних уровней организации к другим, каждое из указанных выше состояний целостности есть пространственно-временная дискретность [19]. На основании вышеизложенного о развитии системы кровоснабжения как целого «вытекает, что предельные негармонические состояния целостности могут изменяться только в направлении гармонического уровня организации, т.е. односторонне, поэтому и направленность процессов должна приобретать черты односторонности» [19]. В связи с этим физиологическая интерпретация динамики получаемых в результате исследования сердечно-сосудистых функций в процессе онтогенеза показателей не должна ограничиваться только констатацией изменений величин этих показателей во времени, но должна углубляться до понимания закономерностей, лежащих в основе рационально формирующейся функциональной гармонии в развивающемся организме. Введение в арсенал исследовательского опыта категорий целостности и направленности в том понимании, в каком они отражены в данной работе, поможет формированию представлений о системной организации сердечно-сосудистых функций в процессе онтогенеза.

Библиографический список

1. Карако П.С. Философские аспекты индивидуального развития организма. — Минск, 1974. — 160 с.
2. Анохин П.К. Философские аспекты теории функциональной системы. — М.: Наука, 1978. — 399 с.
3. Судаков К.В. Общая теория функциональных систем. — М.: Медицина, 1984. — 224 с.
4. Судаков К.В. Квантование жизнедеятельности // Успехи современной биологии. — 1992. — Т. 112. — Вып. 4. — С. 512–527.
5. Бондарь Н.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы учащихся 12-летнего возраста // Успехи физиологических наук. — 1994. — Т. 25. — № 1. — С. 70.
6. Бондарь Н.В. Опыт применения спектрального анализа к исследованию хронотропной функции сердца у девочек-подростков // XVII съезд физиологов России. — Ростов-на-Дону, 1998. — С. 375.
7. Берталанфи Я. Общая теория систем — критический обзор // Исследования по общей теории систем. — М.: Прогресс, 1969. — С. 32–82.
8. Светлов П.Г. Онтогенез как целенаправленный (телеономический) процесс // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. — 1972. — Т. 63. — Вып. 8. — С. 13.
9. Юдин Б.Г. Становление и характер системной ориентации // Системные исследования. — М., 1972. — С. 18–33.
10. Антонова Л.Т. Гипертония в подростковом и юношеском возрасте. — М.: Медицина, 1976. — С. 224.
11. Тупицын И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников // Возрастная физиология. — М.: Педагогика, 1985. — 81 с.
12. Студеникин М.Я., Абдулаев А.Р., Борисова Т.П. и др. Показатели артериального давления у детей школьного возраста Москвы и Московской области // Педиатрия. — 1969. — № 2. — С. 42–53.
13. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. — М.: Наука, 1978. — С. 49–106.
14. Бондарь Н.В. О критериях эффективности адаптации сердечно-сосудистой системы // Физиология развития человека. Тез. докл. Международной конференции, посвященной 55-летию Института возрастной физиологии РАО. — М., 2000. — С. 172.
15. Бондарь Н.В. Критические моменты в пубертатном периоде развития организма подростков // 5-й Национальный конгресс по профилактической медицине и валеологии. — Санкт-Петербург, 1998. — С. 54.
16. Парин В.В., Баевский Р.М. Важнейшие аспекты комплексных исследований процессов регуляции висцеральных систем организма человека // Успехи физиологических наук. — 1970. — № 2. — С. 100–112.
17. Шидловский В.А. Регуляция и саморегуляция вегетативных функций // Вопросы кибернетики. Изд-во научный совет по комплексной проблеме «кибернетика» АН СССР. — М., 1977. — С. 5–20.
18. Covflier W. Health effects of environmental disasters and the need of a more complex model of man // Presentation of our world in the wake of Chang. — Vol. VIAB. — ISEEQS PU. L., Jerusalem, Israel-1996. — P. 275–282.
19. Reijnders L. Health within an ecological perspective // Towards new science of health. — London: ROVTLE DGE. — 1995. — P. 144–158.
20. Короткова Г.П. Принципы целостности. — Л.: ЛГУ, 1968. — 161 с.
27. Зобов Р.А. Некоторые вопросы теории структур и понятие целого. Автореф. дис. ... канд. тех. наук. — Л.: Изд. ЛГУ, 1965. — С. 5–7.
21. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. — М.—Л., 1942. — С. 28–35.
22. Афанасьев В.Г. Проблема целостности в философии и биологии. — М.: Мысль, 1964. — С. 9–11.
23. Царегородцев Г.И. Философские проблемы теории адаптации. — М., 1975. — 275 с.
24. Уоддингтон К., Майр. Э. На пути к теоретической биологии. — М., 1970. — С. 52–59.
25. Ата-Мурадова Ф.А. Системогенез: «Эмбриональные и генетические предпосылки в развитии мозга» // Теория функциональных систем в физиологии и психологии. — М., 1978. — С. 152–170.
26. Базаров И.П. Термодинамика. — М.: Высшая школа, 1983. — 344 с.
27. Свешников А.А. Прикладные методы случайных функций. — М.: Наука, 1968. — 463 с.

N. BONDAR

METHODOLOGICAL MEANING OF INTEGRITY AND DIRECTIVITY

In the Analysis of Systematical structure of the Cardiovascular Functions of a man.

This article is about the reorganization of ages of the functional system in the course of development as multilevel all-in-one process which is based on the correlation of the functional states forming in the different age period. Theoretical aspect of the integrity and directivity understanding in the development contributes to gaining experience of the system alignment in the analysis of the cardiovascular functions arising in the process of ontogenesis.

Н.В. ВЫШЕГОРОДСКИХ, кандидат биологических наук,
доцент кафедры зоологии
Орловского государственного университета
Тел. 8(903)8822127

ЗООЛОГИЧЕСКИЕ ЯДРА КАК СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ (НА ПРИМЕРЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Создана информационная база данных редких видов наземных позвоночных животных Орловской области в среде ГИС (оболочка MAP-INFO). Разработаны принципы и критерии выделения участков с высоким видовым разнообразием (зоологических ядер). Создание территориальной системы зоологических ядер как структурных элементов экологической сети Орловской области направлено на эффективное сохранение природного биоразнообразия в условиях интенсивного хозяйственного использования территории.

Ключевые слова: экологическая сеть, ключевые территории, редкие виды, наземные позвоночные животные, природное биоразнообразие.

В условиях высокой урбанизации территорий Центральной России важно соблюсти паритет между интересами экономического развития территорий и максимально возможным сохранением их природного биоразнообразия [1]. В рамках Панъевропейской стратегии сохранения биологического и ландшафтного разнообразия впервые предложена модель экологической сети [2], основным приоритетом которой является выделение ключевых территорий (ядер), способных обеспечить сохранность максимального биоразнообразия на ограниченных территориях. Выделение зоологических ядер, являющихся структурными элементами экологической сети и способствующих сохранению высокого видового разнообразия животных в естественных местообитаниях, нуждается в обосновании принципов и создании системы критериев, основанных на ключевых параметрах среды и оценке видов-индикаторов.

Материалы исследований послужили основой для создания проекта экологической сети Орловской, Брянской и Калужской областей, реализованного при поддержке Всемирного фонда дикой природы (WWF) России в 1999–2001 гг. Опыт его внедрения на территории Орловской области особенно актуален в связи с трансформацией природных ландшафтов, приведшей к значительным изменениям в составе животного мира. Также материалы исследований стали основой зоологической части первого официального издания Красной книги Орловской области, опубликованной в 2007 г.

Объектом исследования являются наземные позвоночные животные и особенности их распределения по территории Орловской области. В основу работы положены оригинальные материалы полевых исследований автора, а также литератур-

ные и архивные данные по фауне области за последние 100 лет. Полевые обследования территории проводились в 1997–2008 годах, в 22-х (91,7%) из 24 районов области. Общая протяженность пеших маршрутных учетов и экскурсий составила 3809 км. Описан видовой состав 425 урочищ различного типа. При проведении полевых исследований использовались метод картографирования на площадках, маршрутный учет, метод отлова птиц паутинными сетями и мелких млекопитающих ловушками, метод определения животных по следам их жизнедеятельности [3,4]. Для точного определения координат изучаемых объектов использовали GPS-приемник (Garmin III+). Как базовая карта использовалась топографическая основа Орловской области (Госгисцентр, 1999), включающая 22 тематических слоя. Собранные в ходе полевых исследований информация представлена в виде оригинальных тематических слоев среды ГИС (оболочка MAP-INFO версии 6.5.), позволяющей проводить сопряжено-картографический анализ. Статистическая обработка информации производилась с помощью стандартных статистических компьютерных программ (Excel, Statistica 6.0).

Территория Орловской области расположена в центральной части Среднерусской возвышенности на Восточно-Европейской равнине (приблизительно между 52 и 54 параллелями с.ш.) и представляет собой пологохолмистую равнину с сильной расчленённостью рельефа овраго-балочными системами. Территория области частично включает водоразделы крупных речных систем Волги, Дона и Днепра [5]. Здесь проходят границы трех природных зон: восточноевропейских хвойно-широколиственных лесов, восточноевропейской широколиственной лесной и восточноевропейской лесостепной с характерной для них растительностью. В настоящее время доля лесов составляет около 9%. В начале XX века этот показатель составлял 20%, а в конце XVIII века леса на территории Орловской области занимали более 50%. Антропогенная трансформация ландшафта привела к существенной фрагментации естественных местообитаний, что нарушило сложившиеся границы биоценозов и изменило структуру лесных

сообществ. Степные участки сохранились главным образом по берегам балок, оврагов и берегам рек. Они крайне малы по площади и являются последними сохранившимися островками северных луговых степей, распаханых в 60-х годах XX века. Большинство болот подверглись мелиорации или торфоразработкам.

Ключевые зоологические территории и экологическая сеть (современное состояние изученности проблемы)

Подходы к сохранению биологического разнообразия в настоящее время претерпевают изменение от создания локальных природоохранных изолятов, состоящих из заповедников, национальных парков и других ООПТ, к системе глобального обустройства территории путем объединения всех природных компонентов в территориально связанные структуры, способные обеспечить экологическую проницаемость для большинства биологических видов и снижающие влияние «островного эффекта». В условиях усиленного антропогенного пресса на территорию наилучшим образом способствует сохранению биоразнообразия создание экологической сети. Опыт создания экологических сетей в России на локальном, региональном и национальном уровнях освещен в многочисленных публикациях [6, 7, 8, 9 и др.]. Под «экологической сетью» понимают совокупность экосистем территории с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, образующих пространственно организованную инфраструктуру, которая поддерживает экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию ландшафтов [10]. При проектировании экологической сети на региональном уровне одним из основополагающих является принцип сохранения наиболее полного набора типов местообитаний, которые отражают зональные особенности территории. Основными структурными элементами экологической сети являются ее ядра — территории, отличающиеся высокой степенью сохранности естественных местообитаний и концентрацией всего спектра биологических видов, типичных для рассматриваемого сообщества.

Редкие и уязвимые виды животных как индикаторы природных сообществ

Анализ имеющихся методических разработок по выделению ключевых территорий высокого биоразнообразия, в том числе зоологического [6, 11, 12, 13, 14], позволяет говорить об использовании двух основных принципов выделения потенциально ценных природных территорий: 1) оценка территорий по индикаторным (ключевым) видам, 2) оценка территорий с позиции ландшафтно-ценотического и экосистемного разнообразия на основе постулата Тишлера: с повышением разнообразия условий среды увеличивается видовое богатство [15].

Исследователями предложены различные варианты оценок степени редкости и уязвимости видов, методики их выделения и классификации [16, 17, 18, 19, 20 и др.]. Анализ использования различных критериев позволяет утверждать, что связь степени редкости (уязвимости) видов с состоянием типичных для них местообитаний очевидна, а их присутствие может быть использовано в качестве индикатора специфики местообитаний, что служит критерием выделения очагов биоразнообразия (зоологических ядер). Наземные позвоночные животные лучше других подходят для решения этой задачи. Находясь на верхних уровнях трофических цепей, они наиболее чувствительны к трансформации природных территорий и наиболее полно характеризуют состояние биоценоза. Дополнительными характеристиками исследуемых участков могут быть ландшафтно-ценотические параметры, которые позволяют точнее очертить границы ядра и комплексно оценить выделяемую территорию.

Общая биоэкологическая характеристика фауны наземных позвоночных животных Орловской области

Начало системных исследований животного мира области относится к середине XIX века. Наиболее полный опубликованный список позвоночных животных Орловской губернии содержал 31 вид рыб, 11 видов земноводных и пресмыкающихся, 242 вида птиц и 56 видов млекопитающих [21].

В результате исследований, проведенных автором в 1997–2008 гг., и анализа литературы был составлен обновленный и дополненный аннотированный список видов фауны наземных позвоночных Орловской области, включающий 347 видов (табл. 1).

Таблица 1

Виды наземных позвоночных животных Орловской области

Классы	Отряды	Семейства	Общее число видов
Земноводные (<i>Amphibia</i>)	1	6	12
Пресмыкающиеся (<i>Reptilia</i>)	2	5	7
Птицы (<i>Aves</i>)	16	48	255
Млекопитающие (<i>Mammalia</i>)	6	21	73

Из 255 видов птиц 170 видов — гнездящиеся (из них 43 — оседлые), 30 — пролетные, 20 — залетные, 22 вида с неопределенным статусом и 13 — зимующие.

К фаунистическому комплексу восточных хвойно-широколиственных лесов относится 77 видов наземных позвоночных области, восточных широколиственных лесов — 80 видов, восточной лесостепи (включая аграрный комплекс) — 67 видов, к комплексам интразональных сообществ (водно-болотных) — 94 вида и урбанистических территорий — 25 видов.

Анализ распределения наземных позвоночных по 24 районам области показал, что в каждом из них обитает от 99 до 221 вида. Расчеты соотношения числа видов и площади районов показали отсутствие четкой связи ($r=0,28$, n.s.), доказывая, что размер территории не является определяющим фактором видового разнообразия. Значительно более выраженная взаимосвязь существует между распределением видов и характером использования ими различных местообитаний и, соответственно, представленностью последних на территории области.

Так, 119 видов (43,6%) наземных позвоночных используют 1–3 характерных местообитания (рис. 1). Типичными представителями этой группы являются: *Pelobates fuscus*, *Tetrax tetrax*, *Otis tarda*,

Ciconia nigra, *Lynx lynx*, *Lutra lutra*, *Vormela peregusna* и др. Доля редких и уязвимых видов в этой группе составляет 51,3%. Четыре — шесть типов местообитаний используют 110 видов (40,3%). Среди них наиболее характерными представителями являются: *Triturus cristatus*, *Lacerta vivipara*, *Circaetus gallicus*, *Milvus migrans*, *Grus grus*, *Picus viridis*, *Myotis mystacinus*, *Neomys fodiens*, *Meles meles* и др., доля уязвимых среди них составляет 39,3%. Таким образом, в эти две группы входят 83,4% всех зарегистрированных на территории области и 90,6% редких и уязвимых видов.

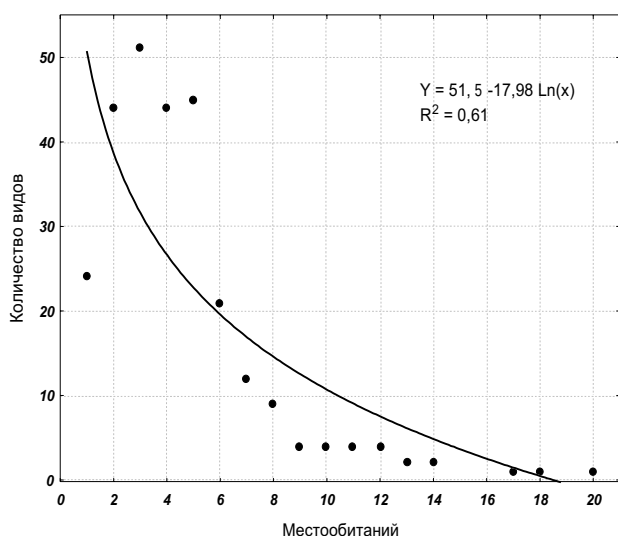


Рис. 1. Степень эвритопности различных видов наземных позвоночных Орловской области.

Проведенный анализ позволяет предположить, что большинство видов наземных позвоночных области используют не более трети всех местообитаний области и могут быть названы стено-топными. Лишь 32 вида (11,7%) широко распространены по территории области, обитают повсеместно и отнесены нами к типично эвритопным. Однако во всех группах наблюдается присутствие как редких, так и обычных видов, следовательно, степень стено-топности вида не может быть единственным критерием его редкости. Общеизвестно, что наилучшими индикаторными свойствами обладают все же узкоспециализированные виды, поэтому в качестве критерия выделения зоологических ядер использованы в первую очередь редкие и уязвимые виды. Анализ критериев редкости и уязвимости видов позволил выделить два наи-

более существенных фактора, влияющих на степень редкости вида: сохранность естественных местообитаний и уровень добычи животных. В то же время большинство авторов обычно используют для оценок более 10 критериев. Для адаптации системы критериев редкости и уязвимости видов наземных позвоночных животных к конкретным региональным условиям был проведен дополнительный балльный экспресс-тест распространенности местообитаний, их специфичности и представленности в области для каждого вида.

Проанализировано 273 вида наземных позвоночных (исключая залетные виды птиц). Виды, не имеющие специфических требований к широко распространенным в области местообитаниям, получали максимальные баллы. Нулевые значения демонстрировали явную уязвимость вида (рис. 2).

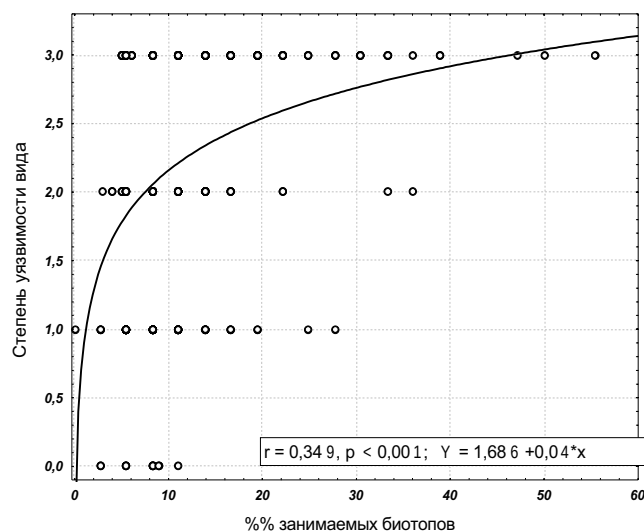


Рис. 2. Распределение по степени уязвимости видов наземных позвоночных животных и доля занимаемых ими биотопов. * 0 — наиболее уязвимые, 3 — наименее уязвимые

К категории наиболее уязвимых видов по результатам анализа отнесены: *Circaetus gallicus*, *Hieraaetus pennatus*, *Aquila pomarina*, *Otis tarda*, *Tetrax tetrax*, *Otus scops*, *Dendrocopos medius*, *Acrocephalus paludicola*, *Nyctalus lasiopterus*, *Vormela peregusna*, *Muscardinus avellanarius* (сектор 0, рис. 2). Также к категории уязвимых можно отнести 58 видов, получивших суммарную оценку 1 и занимающих треть существующих биотопов: *Triturus cristatus*, *Bufo bufo*, *Hyla arborea*, *Emys orbicularis*, *Anguis fragilis*, *Podiceps*

auritus, *Podiceps cristatus*, *Botaurus stellaris*, *Ciconia nigra*, *Cygnus olor*, *Aquila chrysaetos*, *Falco cherrug*, *Desmana moschata*, *Lutra lutra* и другие. Относительно обычными, существованию которых почти ничто не угрожает, можно считать 65 видов (суммарный балл — 2): *Bombina bombina*, *Pelobates fuscus*, *Scolopax rusticola*, *Streptopelia decaocto*, *Alcedo atthis*, *Passer domesticus*, *Micromys minutus* и другие. 139 видов в настоящее время не испытывают недостатка в местообитаниях, встречаются повсеместно и многочисленны: *Triturus vulgaris*, *Rana ridibunda*, *Rana temporaria*, *Anas platyrhynchos*, *Coturnix coturnix*, *Streptopelia turtur*, *Upupa epops*, *Pica pica*, *Garrulus glandarius*, *Acrocephalus palustris*, *Phylloscopus trochilus*, *Fringilla coelebs*, *Erinaceus europaeus*, *Apodemus agrarius*, *Sus scrofa* и др.

Согласно этому анализу к редким и уязвимым уверенно можно отнести виды, вошедшие в первые две группы (суммарно — 71 вид). Однако некоторые виды, являющиеся редкими или индикаторными в условиях Орловской области, указанным анализом не выявлены (например: *Circus cyaneus*, *Pernis apivorus*, *Myotis mystacinus*, *Cricetulus migratorius* и др.).

Для более корректного выделения видов-индикаторов, соответствующих природным особенностям Орловской области, были разработаны дополнительные критерии. При этом учтены положения и принципы, разработанные группой по применению критериев на региональном уровне (RAWG), комиссии МСОП (SSC/IUCN 1998, 2001, 2004). В итоге в список регионально редких и уязвимых наземных позвоночных животных включены виды, отвечающие следующим условиям:

1. Виды, включенные в Красную книгу РФ или в приложение 3, которые встречаются на территории области (или ранее здесь обитали), например: *Aquila chrysaetos*, *Pandion haliaetus*.

2. Регионально редкие виды, характерные для естественных природных комплексов области, численность которых невысока или снижается (*Falco subbuteo*, *Coracias garrulus*, *Allactaga major*, *Tetrastes bonasia*, *Tetrao urogallus*), в том числе виды, состояние которых еще не критично, но в силу особенностей их биологии при любом

усилении хозяйственной деятельности может резко ухудшиться (*Spermophilus suslicus*, *Marmota bobac*).

3. Виды, которые имеют достаточную численность, но испытывают на себе постоянное антропогенное воздействие и могут быстро перейти в разряд редких и исчезающих (*Vipera berus*, *Circus aeruginosus*).

4. Малочисленные виды, которые являются индикаторными для определенного типа сообществ и его природной целостности (*Apodemus flavicollis*, *Sicista subtilis*, *Sicista betulina*).

5. Естественные редкие виды в силу особенностей биологии (*Botaurus stellaris*, *Grus grus*).

6. Малочисленные виды, численность которых на территории области стабильна, но снижается по европейской части ареала (*Crex crex*, *Caprimulgus europaeus*).

7. Новые для области виды (*Larus canus*, *Hippoboscus caligata*), включенные для ведения мониторинга за изменением фауны области.

На основе представленных критериев был составлен список редких и уязвимых видов наземных позвоночных Орловской области.

Таким образом, из 347 видов наземных позвоночных животных, обитающих на территории области, к категории редких и уязвимых отнесено 130 видов. С учетом этих критериев были составлены списки для Красной книги Орловской области, в основной список которой включены 56 видов наземных позвоночных животных, из них 1 вид земноводных, 2 вида пресмыкающихся, 37 видов птиц, 16 видов млекопитающих [22].

Зоологические ядра и принципы их выделения

Одной из главных задач исследования было выявление мест сосредоточения редких видов наземных позвоночных животных, что служило основанием к выделению этих территорий в качестве зоологических ядер, представляющих весь комплекс местообитаний, характерных для области. В результате полевых исследований фауны наземных позвоночных области было установлено 425 фактов встреч редких и уязвимых видов на 48 участках. Анализ соотношения общего числа

видов позвоночных на этих участках и количества редких (уязвимых) видов показал, что существует достоверная взаимосвязь, описываемая уравнением линейной регрессии ($Y = 70,1 - 2,74 \cdot x$, $R^2 = 0,76$), наилучшим образом эта взаимосвязь аппроксимируется уравнением степенной зависимости (рис. 3).

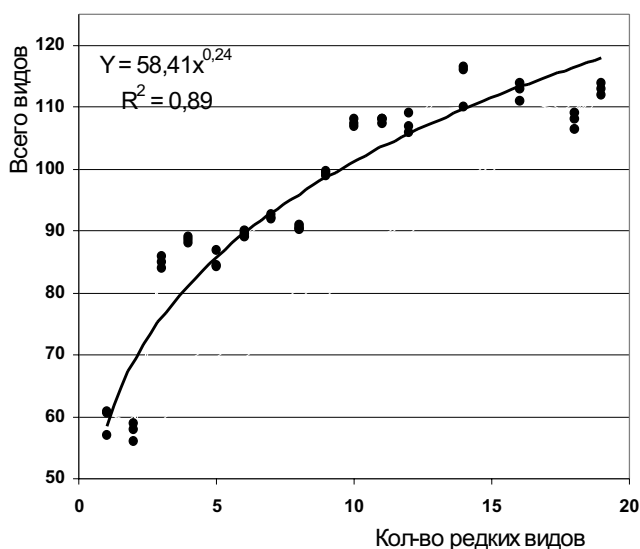


Рис. 3. Взаимосвязь общего количества и числа редких и уязвимых видов наземных позвоночных на одних и тех же участках.

График показывает, что пребывание на какой-либо территории четырех и более редких и уязвимых видов свидетельствует об общем высоком видовом разнообразии данной территории. В рассматриваемом случае на 44-х участках Орловской области наблюдалось сосредоточение редких и уязвимых видов наземных позвоночных животных, что послужило основанием к выделению этих территорий как зоологических ядер.

Анализ показал, что с увеличением количества редких и уязвимых видов общее видовое разнообразие и представленность местообитаний возрастают непропорционально (рис. 4). Присутствие на каком-либо участке одного-двух редких видов свидетельствует о наличии здесь в 1,3 раза большего количества местообитаний, что, в свою очередь, приводит к увеличению общего числа видов в 1,2 раза. Присутствие 3–10 редких видов поднимает эти показатели до 1,9 и 1,4 раза соответственно. На территориях зоологических ядер с количеством редких и уязвимых видов более 10 представленность местообитаний возрастает в 3,7 раза, а общее количество видов наземных позвоночных в 1,6 раза. Более половины таких участков включают все основные типы местообитаний области.

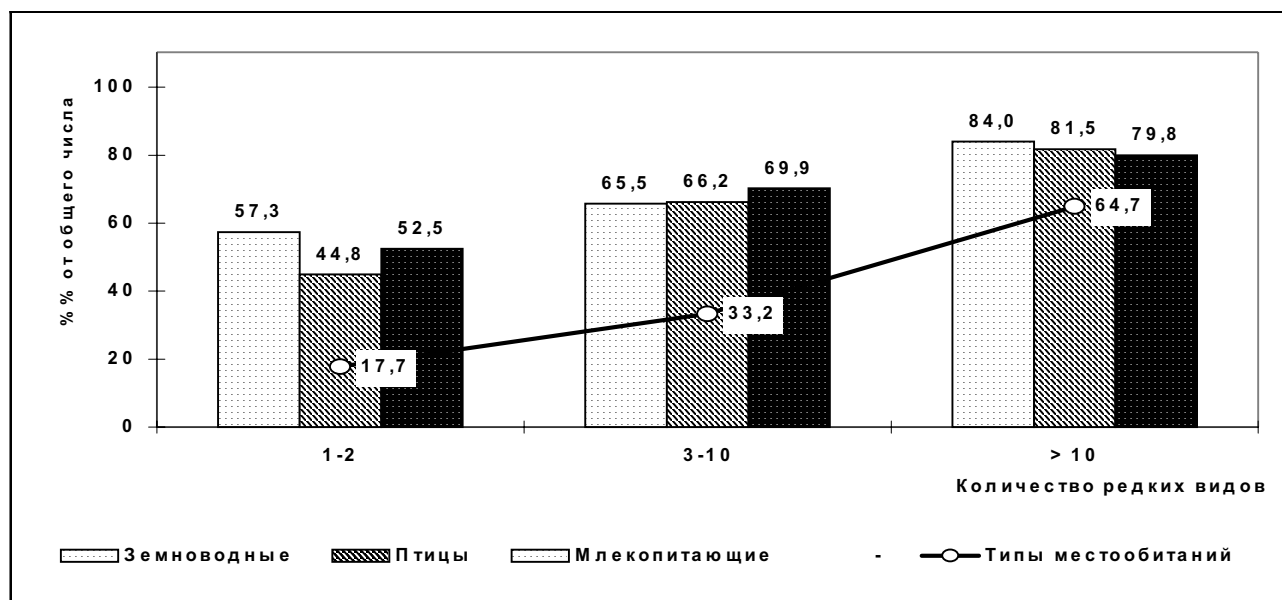


Рис. 4. Представленность местообитаний и доля видов различных групп наземных позвоночных в зоологических ядрах с градацией 1-2, 3-10, более 10 редких видов.

Сопоставление общего списка видов наземных позвоночных Орловской области и видового разнообразия этих же групп в зооцентах показывает, что средняя представленность составляет 97,5%. Для земноводных, пресмыкающихся и млекопитающих этот показатель равен 100% (табл. 2).

Таблица 2

Представленность видов наземных позвоночных в Орловской области и в зоологических ядрах

Классы	Видов в области	Видов в зоологических ядрах	% представленности
Земноводные	12	12	100
Пресмыкающиеся	7	7	100
Птицы	190	183	96,3
Млекопитающие	73	73	100
Всего видов	281	274	97,5

В Орловской области мной было выделено 36 различных типов местообитаний наземных позвоночных животных. Анализ представленности типов местообитаний в зоологических ядрах показал, что все типы местообитаний, выделенные в области, присутствуют в ядрах. Таким образом, концентрация редких видов-индикаторов обуславливает как высокое общее видовое разнообразие, так и разнообразие

местообитаний. Следовательно, всего на 6,5% площади области (164 230 га из 2 547 110 га) при создании системы зоологических ядер возможно сохранение 97,5% всей фауны и 100% как типичных, так и редких для области типов местообитаний. Это доказывает правильность выбора видов-индикаторов, корректность выделения территорий под зоологические ядра и возможность сохранения биологического разнообразия системой сравнительно небольших по площади территорий, что особенно важно для условий староосвоенных регионов Центральной России.

Зоологические ядра как структурные элементы экологической сети Орловской области

Для оптимального пользования зоологической информацией и сопряженного картографического анализа была создана база данных редких и уязвимых видов, отмеченных на территории области, включающая 130 видов и 507 точек встречи (рис. 5), которая имеет картографическое отображение и таблицу с информацией, содержащей данные о категориях охраны по классификации МСОП, Красной книги РФ, региональной Красной книги; местонахождение; статус вида; количество/пол встреченных особей; автор, год находки, источник информации.

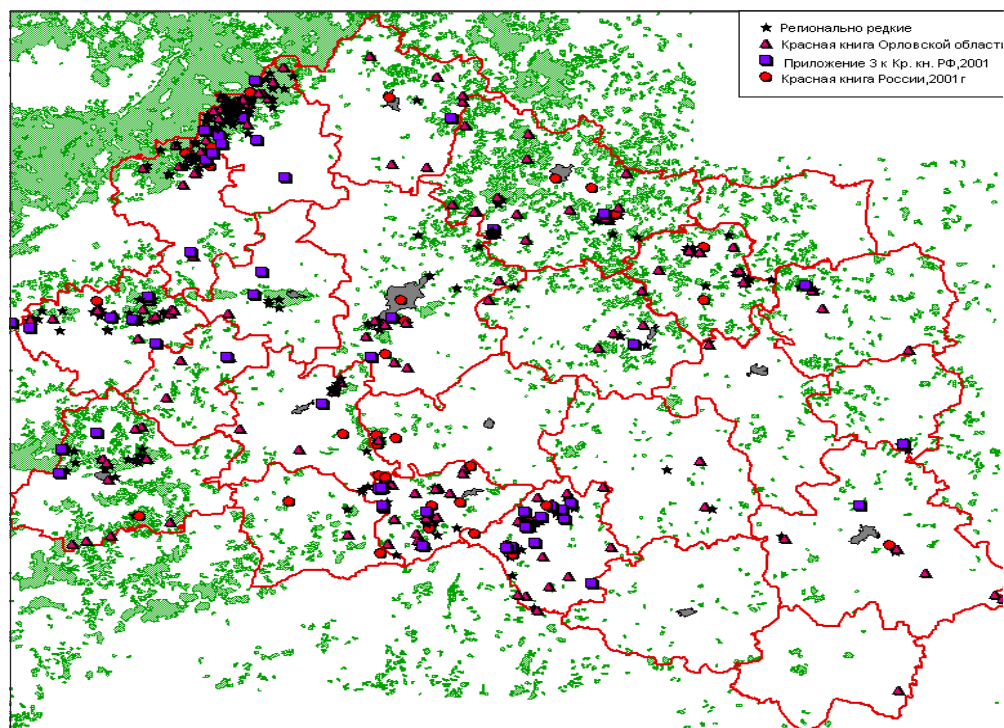


Рис. 5. Распределение редких и уязвимых видов наземных позвоночных животных по территории области.

Выделение зооядер имеет три основных варианта: по наличию ООПТ и сосредоточению встреч редких и уязвимых видов; только на основе наличия охраняемой территории или только на основе мест концентрации редких и уязвимых видов наземных позвоночных животных. Кроме того, учитывались такие критерии, как: видовое разнообразие, уязвимость и категория редкости видов, степень нарушенности местообитаний, разнообразие ландшафта.

Для анализа использовалось совмещение оригинальных слоев: «Встречи редких видов наземных позвоночных животных», «Памятники природы Орловской области и ряда приоритетных географических слоев ГИС» (населенные пункты с численностью населения, слой лесов, рек и акваторий и др., всего 22), сопряженных с топографической основой.

По критериям, перечисленным выше, было выделено 44 зоологических ядра (рис. 6).

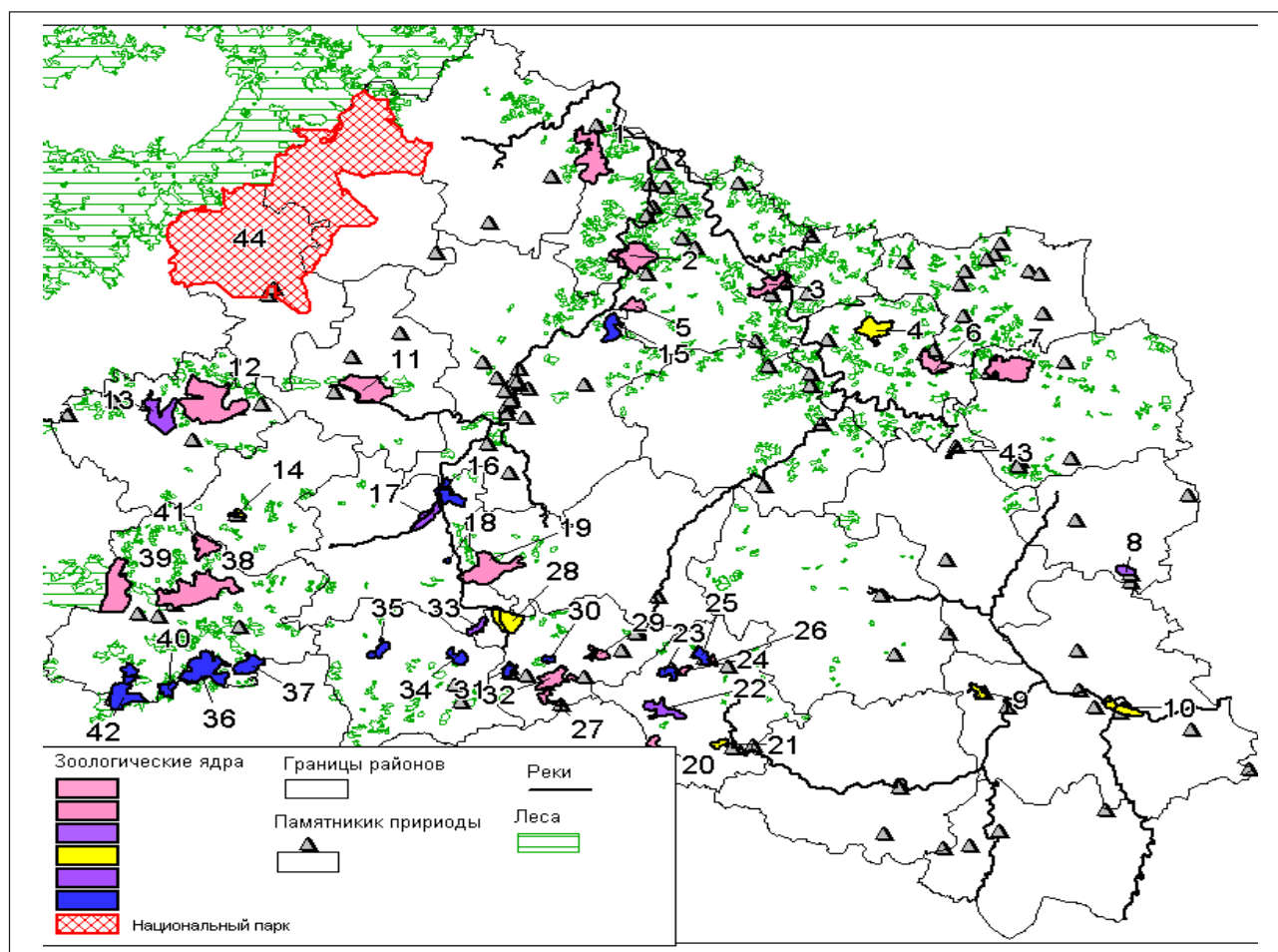


Рис. 6. Карта-схема зоологических ядер Орловской области.

Цифрами обозначены зооядра со сложной структурой (№№ 1— 8, 10-13, 19, 23, 24, 26, 27, 29, 32, 38, 39, 41, 44) и простой структурой: степные (№№ 9, 14, 21, 28), лесные (№№ 15, 16, 18, 20, 25, 30, 31, 34, 35-37, 40, 42) и водно-болотные (№№ 17, 22, 33, 43).

По степени сложности структуры и разнообразию биотопов зооядра были классифицированы на простые и сложные. Ядра сложной структуры включали более 10 различных местообитаний, ядра простой — 10 и менее сходных местообитаний.

Таким образом, было выделено 23 комплексных (сложных) ядра, которые включали в себя лесные, водно-болотные, степные и луговые местообитания в различных комбинациях, и 21 ядро простой структуры, которые подразделяются на:

13 лесных, 4 степных, 4 водно-болотных. Оригинальный слой зоологических ядер имеет картографическое площадное отображение и таблицу с атрибутивной информацией.

Анализ взаимосвязи количества видов наземных позвоночных в зоологических ядрах и их площади показал, что явное увеличение видового разнообразия происходит при увеличении площади ядра с 1 до 2 тыс. га (1,3 раза). Дальнейшее увеличение площади обычно не приводило к существенному возрастанию разнообразия, однако появление новых типов местообитаний всегда пополняло список видов. При увеличении площади более 3,5–4 тыс. га, как правило, не происходило увеличения количества видов (рис. 7). То есть в условиях Орловской области оптимальными являются зоологические ядра площадью до 3,5 тыс. га.

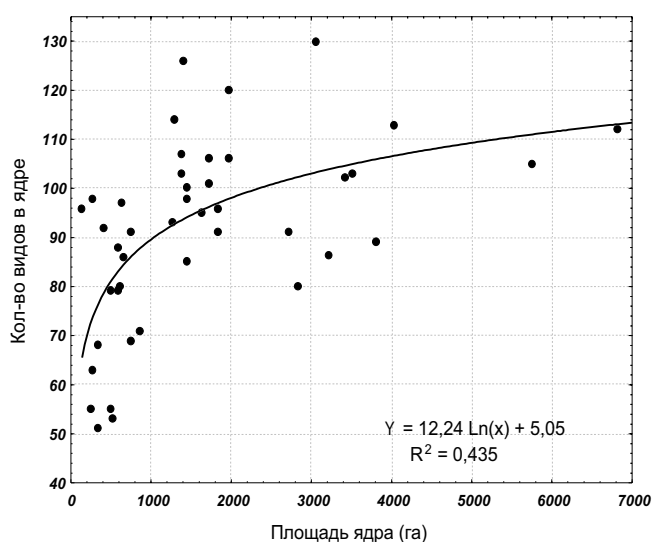


Рис. 7. Взаимосвязь количества видов наземных позвоночных в зоологических ядрах и их площади.

Анализ распределения зоологических ядер по территории области демонстрирует определенную неравномерность расположения зооядер (рис. 6). Это связано как со степенью трансформации природных комплексов, так и с неравномерной изученностью территории. В настоящее время наиболее полно обследованной территорией являются национальный парк «Орловское Полесье» и центральная часть области — долина р. Оки.

Таким образом, наибольшее количество зоологических ядер удалось выделить в северо-западной части области, там, где еще сохранились дос-

таточно крупные участки лесов. В центральной части области зоологических ядер несколько меньше, что связано с более высокой антропогенной нагрузкой и крайне малой площадью сохранившихся природных территорий. Здесь большинство зоологических ядер приурочены к островным дубравам или к долинам рек. Меньше всего удалось выделить зоологических ядер в юго-восточной части области, где сохранились небольшие участки лесостепи с обитающими на них типичными видами. Именно лесостепной комплекс в наибольшей степени пострадал от аграрного освоения территории и требует первоочередных мер по организации дополнительных научных исследований и сохранению природных сообществ.

Зоологические ядра как структурные элементы экологической сети Орловской области в комплексе с ботаническими и ландшафтными ядрами формируют единую систему [23]. Условие непрерывности и экологической проницаемости территории способствуют «экологические коридоры», роль которых выполняют полезащитные лесные полосы, рекультивированные пустыри и карьеры, поймы рек, пастбища, овраги, болота. Построение таких коридоров осуществлялось с учетом путей миграций животных. Для планомерного осуществления охраны выделенных территорий и планирования восстановительных мероприятий для каждого зоологического ядра помимо карты с необходимой атрибутивной информацией разработаны рекомендации по охране и возможной хозяйственной деятельности. Зоологические ядра могут выступать точками мониторинга за изменениями, происходящими в фауне наземных позвоночных животных области и в их местообитаниях.

Инвентаризация фауны Орловской области позволила составить современный аннотированный список наземных позвоночных животных, включающий 347 видов: 12 видов земноводных, 7 — пресмыкающихся, 255 — птиц и 73 вида млекопитающих.

Анализ современных подходов и оценок уязвимости видов позволил разработать оригинальную систему критериев с учетом особенностей Орловской области. Ее применение позволяет отнести к категории редких и уязвимых 130 видов наземных

позвоночных животных (3 вида земноводных, 3 вида пресмыкающихся, 97 видов птиц и 27 видов млекопитающих). С учетом этих критериев были составлены списки для Красной книги Орловской области.

Редкие и уязвимые виды наземных позвоночных животных в силу своих биоэкологических особенностей являются удобными объектами для оценки состояния природных территорий. Присутствие таких видов на каком-либо участке свидетельствует о более высоком (в сравнении с обычными территориями) разнообразии местообитаний (в 1,3–3,7 раза) и общем видовом разнообразии наземных позвоночных животных (в 1,2–1,6 раза).

В результате проведенных исследований на территории Орловской области выделено 44 зоологических ядра. Оптимальными по площади являются ядра до 3,5 тыс. га. Зоологические ядра выде-

лены на основе комплексного анализа информации и отвечают принципам максимального сохранения нативного биоразнообразия, исторически сложившегося для данного региона. Наиболее важными критериями являются: наличие участков сосредоточения редких и уязвимых видов-индикаторов наземных позвоночных животных, слабый уровень трансформации местообитаний, их разнообразие и характерность для естественных природных комплексов региона, низкий антропогенный пресс, наличие уже существующих ООПТ. Площадь зоологических ядер, составляющих 6,5% от территории области, позволяет сохранить до 97,5% всего видового разнообразия фауны наземных позвоночных животных и все типы местообитаний, отмеченных для области, что может свидетельствовать о корректности выбора видов-индикаторов, использованных принципов и критериев.

Библиографический список

1. Шварц Е.А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. — М.: КМК, 2004. — 112 с.
2. Беннет Г. Панъевропейская экологическая сеть // Сила тяготения. — № 4. — 2000. — С. 11–15.
3. Blonde J., Ferry C., Frochot B. Censusing breeding birds by the I.P.A. method. — Pol. Ecol. Stud., 1977. — Vol. 3, № 4. — Pp. 15–17.
4. Приедниекс Я., Курессо А., Курлавичюс П. Рекомендации по орнитологическому мониторингу в Прибалтике. — Рига: Зинатис, 1986. — 63 с.
5. Атлас Орловской области. — М.: Роскартография, 2000. — 48 с.
6. Соболев Н.А. Региональная стратегия территориальной охраны природы // Критерии и методы формирования экологической сети природных территорий. Вып. 1. — 2-е изд. — М.: Центр охраны дикой природы СоЭС, 1999. — С. 3–8.
7. Кулешова М.Е. Экологические каркасы // Охрана дикой природы. — 1999. — № 3 (14). — С. 25–30.
8. Материалы совещания по созданию экологической сети. — Орел, 1999. — 67 с.
9. Bennett G. The Development and Application of Ecological Networks. A Review of Proposals, Plans and Programmes / G. Bennett, P. Wit. — Amsterdam: AIDEnvironment, 2001. — 132 p.
10. Елизаров А.В. О стратегии создания экологического каркаса степной и лесостепной зоны: по материалам программы «Экологический каркас Самарской области» // Охрана живой природы. — Н. Новгород, 1998. — Вып. 1 (9). — С. 10–21.
11. Пузаченко Ю.Г. Методологические основы географического прогноза и охраны среды. — М.: Изд-во УРАО, 1998. — С. 212.
12. Соболев Н.А. Особо охраняемые природные территории как средство поддержания биологического разнообразия в староосвоенных регионах (на примере Московской области): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 1997. — 18 с.
13. Тишков А.А. Экологическая реставрация нарушенных степных экосистем // Вопросы степеведения. — Оренбург: Институт степи УрО РАН, 2000. — С. 47–62.
14. Кассал Б.Ю. Дневные хищные птицы Среднего Прииртышья: обоснование для региональной (областной) Красной книги // Редкие, исчезающие и малоизученные птицы России; под ред. С.Г. Приклонского и В.А. Зубакина: сб. науч. ст. — М.: Союз охраны птиц России, 2000. — С. 107–117.
15. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. — М.: Мысль, 1978. — 295 с.
16. Красная книга РСФСР. Животные / сост. В.А. Забродин, А.М. Колосов — М.: Россельхозиздат, 1983. — 454 с.
17. Соболев Н.А., Волкова Л.Б. О критериях выделения видов, нуждающихся в охране, среди насекомых // Редкие

животные и их охрана в СССР: тез. семинара по обмену опытом охраны редких животных, 29–30 дек. 1977 г. — М., 1977. — С. 27–30.

18. Сарычев В.С. Принцип выделения группы редких и нуждающихся в охране видов на примере позвоночных животных Липецкой области // Современное состояние растительного и животного мира Липецкой области и проблемы их охраны. Животный мир и проблемы его охраны. — Липецк, 1994. — С. 97–100.
19. Нумеров Е.А., Нумеров А.Д. Новая шкала для оценки степени уязвимости видов позвоночных животных // Редкие виды птиц и ценные орнитологические территории Центрального Черноземья. — Липецк, 1999. — С. 5–15.
20. Ушаков М.В. Региональная Красная книга: постановка проблемы // Роль особо охраняемых территорий Центрального Черноземья в сохранении и изучении биоразнообразия лесостепи: материалы науч.-практ. конф., посвящен. 75-летию Воронеж. гос. заповедника. — Воронеж, 2002. — С. 106–110.
21. Горбачев С.Н. Позвоночные животные // Природа Орловского края. — Орел, 1925. — С. 411–463.
22. Красная книга Орловской области. Грибы. Растения. Животные / Отв. ред. О.М. Пригоряну. — Орел: Издатель — А.В. Воробьев, 2007. — 264 с.
23. Пригоряну О.М. Биогеографические основы экологической сети Орловской области: дис. ... канд. геогр. наук. — М., 2004. — 205 с.

N.V. VYSHEGORODSKIKH

**ZOOLOGICAL NUCLEI AS STRUCTURAL ELEMENTS OF ECOLOGICAL NETWORKS
(BY THE EXAMPLE OF OREL REGION).**

Database of rare species of tyrannous back boned animals of Orel region is created in GIS (Map-info). Principles and criteria of detection of high species diversity zones (zoological nuclei) is worked out. The creation of territorial system of zoological nuclei as structural elements of Orel region ecological network is directed at the effective preservation of natural biodiversity under intensive economic exploitation of the territory.

Н.М. ДЕРЖАВИНА, доктор биологических наук,
профессор кафедры ботаники
Орловского государственного университета
d-nm@mail.ru

З.М. ПОКРОВСКАЯ, студентка 2-го курса факультета
естественных наук
Орловского государственного университета
royasokkaspari@mail.ru

Ж.Р. СИЛАЕВА, аспирантка кафедры ботаники
Орловского государственного университета
silaevazhanna@zambler.ru

ОНТОГЕНЕЗ ГАМЕТОФИТА *ADIANTUM* *CAPILLUS-VENERIS* L.

*Исследован онтогенез гаметофитов папоротника *Adiantum capillus-veneris* L. Прорастание спор идет по типу *Vittaria*, развитие проталлия — по типу *Adiantum*. В процессе развития формируется пластинчатый гаметофит сердцевидной или почти сердцевидной формы. Обнаружена структурная и динамическая поливариантность онтогенеза гаметофитов. Омоложение популяций гаметофитов в изученных культурах происходило за счет вегетативного размножения посредством пролиферации виргинильных и стареющих гаметофитов в ювенильные и имматурные заростки. Прослежены типы онтогенеза: с воспроизведением диплофазы (спорофитов), полный функционально завершённый онтогенез, а также сокращённый онтогенез с омоложением.*

Ключевые слова: *талломный уровень организации, поливариантность онтогенеза, сексуализация и пролиферация гаметофитов.*

В отличие от цветковых равноспоровые папоротники — это растения с антитетическим чередованием двух самостоятельно живущих фаз — спорофитов и гаметофитов (заростков). Две фазы цикла — половая (гаметофиты, заростки) и бесполовая (спорофиты) — различаются не только габитуально и функционально, но и экологически.

Гаметофиты равноспоровых папоротников представляют собой, как правило, небольшие автотрофные, пойкилогидричные, недолговечные растения (талломный уровень морфологической организации), имеют, как правило, стратегию эксплерентов или даже пионеров, требуют для осуществления полового процесса капельно-жидкой воды. Развиваются они из спор, прорастающих обычно на свету. Их приживание во многом ограничено рядом абиотических и биотических факторов, а фитоценотическая роль незначительна. Их популяции обычно небольшие по площади, зависят от популяций спорофитов, носят инвазионный характер и играют важную роль в освоении папоротниками новых экологических ниш и закреплении в них.

Спорофиты же представляют собой обычно крупные гомойогидричные, редко — пойкилогидричные многолетние растения с более широкой экологической ва-

лентностью (кормофитный уровень организации). Одной из их основных функций является спороношение. В отличие от гаметофитов спорофиты играют значительную фитоценотическую роль.

В наши дни в экологии растений достигнуты значительные успехи в изучении популяционной биологии спорофитов папоротников в пределах разнообразных таксонов.

В то же время в последнее десятилетие было доказано, что и к поселениям гаметофитов вполне приложимы методы, разработанные в демографии и популяционной биологии растений (Шорина, 1994, 2001; Гуреева, 2001; Барабанщикова, 2002, 2007 и др.). Кроме того, гаметофиты папоротников представляют собой замечательные объекты для наблюдений за клеточной и органной дифференциацией.

В этой связи в качестве объекта исследования нами был избран высокодекоративный папоротник, разводимый в оранжереях, каменистых садах (вблизи источников воды) и в комнатах — *Adiantum capillus-veneris* L. (*Adiantaceae* (C.Presl.) Ching).

Наряду с вегетативным размножением методом разделения ризомов этот папоротник можно выращивать и из спор. Своей задачей мы поставили исследование онтогенеза гаметофитов этого папоротника.

Adiantum capillus-veneris относится к космополитной группе птеридофлоры, диффузно-рассеянному элементу (Гричук, 1985), встречаясь почти повсеместно в тропиках и субтропиках.

Это небольшой (размером 10–30 см) изящный папоротник хазмофит, живущий в тенистых влажных местах преимущественно на скалах (в щелях, трещинах), редко — на почве (рис. 1). Он предпочитает места с повышенной влажностью прежде всего воздуха, а затем и субстрата (каменистые берега лесных ручьев, борта водопадов, трещины скал с сочащейся водой). По мнению R.Holttum (1938), он может расти и на открытых местах, но только во влажном климате.

A. capillus-veneris населяет кальцитные породы, туфы. R.Holttum (1938) считает, что обитание на известняках в условиях повышенной влажности обеспечивает папоротникам необходимую аэрацию корней. Произрастает на небогатых гумусом субстратах, довольствуясь небольшим количеством продуктов выветривания горной породы.

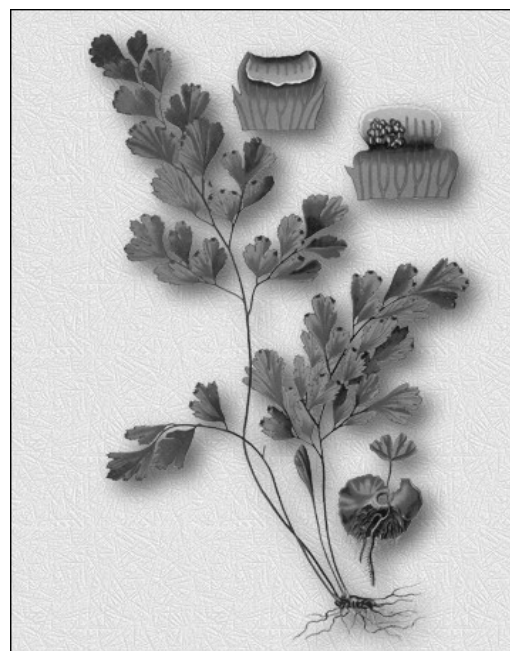


Рис. 1. Общий вид *Adiantum capillus-veneris*

Вайи обладают стимулирующим, противовоспалительным, отхаркивающим, слабительным, успокаивающим, мягчительным, тонизирующим, укрепляющим волосы, противораковым, сахароснижающим, возбуждающим, антисептическим, противогрибковым, антивирусным, ранозаживляющим, антиимплантатным действием. Вайи содержат следующие химические вещества: танины, кемпферол, кверцетин, астрагалин, лютеолол, рутин, тритерпеноиды, изикверцитрин, никотифлорин, кверцитрон, флавоноид нарингенин, гесперидин, сульфуретин и генистин (Singh, 2003). В Италии из вайй получен противонаркотический препарат тосифрон, используемый при алкоголизме и никотинизме (Шретер, Карнишина, 1975).

Сорусы обычно округлые или удлинены поперек пластинки-перышка, шириной 2–3 мм. Спорангии крупные, на коротких ножках. Кольцо вскрытия вертикальное, из 18 — (14–20) клеток.

Материал и методика

Споровый материал был взят с живых растений, собранных в Западном Закавказье (Лазаревский, Адлерский районы Большого Сочи, на тенистых скалах вблизи водопадов) и выращенных в комнатных условиях.

Споры, емкости и грунт для выращивания гаметофитов стерилизовали. Споры — в 5% растворе марганцовокислого калия, чашки Петри и грунт — в духовом шкафу.

Для фиксации первых этапов онтогенеза гаметофитов споры проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге в смеси Кнопа. Параллельно споры высевали на питательный цветочный грунт. Рассыпание производили путем растирания вайей кусочком бумаги в местах нахождения спорангиев. Аналогично посев спор происходил и на грунте, при этом фиксировали день, месяц, год и время посева. Чашку и грунт размещали на подоконнике северной экспозиции.

Наблюдения и зарисовки проводили непосредственно на живом материале без предварительной фиксации. Рисунки выполняли с помощью микроскопа и рисовального аппарата (РА-4, Россия). Гаметофиты с проростками спорофитов рисовали с помощью бинокля увеличением 14х2. Измерения проводили с помощью окуляра-микрометра и линейки.

Тип прорастания спор определяли по В.К. Nayag & S. Kaur (1969), тип развития пластинки гаметофита — по В.К. Nayag & S. Kaur (1971).

Споры характеризовали согласно литературным данным (Бобров, Куприянова, Литвинцева, Тарасевич, 1983).

При описании онтогенеза гаметофитов использованы принципы периодизации онтогенеза растений, предложенные Т.А. Работновым (1950) для цветковых растений, дополненные А.А. Урановым (1975) и его учениками (Ценопопуляции..., 1976, 1988) и уточненные применительно к гаметофитам папоротников Н.И. Шориной (1994, 2001), И.И. Гуреевой (2001), Н.С. Барабанщиковой (2002, 2007).

Выделены следующие периоды полного онтогенеза гаметофитов:

- I. Первичный покой (*sp*).
- II. Виргинильный (предефинитивный) (*v*).
- III. Дефинитивный (*d*).
- IV. Сенильный (старческий) (*s*).

Пол гаметофита обозначали: *m* (*masculum*) — мужской, *f* (*femineum*) — женский, *h* (*hermafroditum*) — гермафродитный, обоеполый.

Как известно, к виргинильным особям обычно относят растения, у которых строение вегетатив-

ного тела соответствует генеративному состоянию, но репродуктивные органы пока отсутствуют (Работнов, 1964; Уранов, 1975). У разных авторов, исследовавших онтогенез гаметофитов папоротников, нет единодушия в выборе критериев для различения разных возрастно-половых состояний предефинитивного периода. Наиболее убедительными мы сочли доводы Н.С. Барабанщиковой (2007), которая все заростки, представленные однослойной пластинкой, предлагает относить к имматурным (*im*), а к виргинильным (*v*) автор относит гаметофиты, перешедшие от плоскостного двумерного роста к трехмерному росту и, соответственно, образующие архегониальную подушку.

Вслед за Н.С. Барабанщиковой (2007) считали, что образование антеридиев не может быть онтогенетическим признаком, т.к. они обнаруживаются у гаметофитов разных возрастных состояний. Поэтому переход из виргинильного к дефинитивному периоду мы определяли по появлению на гаметофитах архегониев.

Мы поддерживаем мнение этого же автора и в отношении того, какой онтогенез гаметофитов следует считать завершенным. Исходя из того, что главная функция гаметофитов — образование гаметангиев и продуцирование гамет, функционально завершенным является тот онтогенез, в котором гаметангии образуются как на мужских, так и на женских заростках.

Результаты

Споры после посева 17 июня 2008 года проросли через 3 недели и достаточно дружно.

Гаметофиты быстро проходили стадию проростка (*p*) и ювенильного (*j*) растения. К концу лета большая часть особей достигла имматурного (*im*) состояния. Гаметофиты оставались стерильными. В сентябре началась их сексуализация: на виргинильных (*v*) гаметофитах сформировались антеридии, некоторые из заростков стали образовывать архегонии, становясь дефинитивными (*d*) обоеполыми. Часть гаметофитов в начале—середине октября образовала проростки спорофитов. Наряду с обоеполыми в популяции были представлены мужские виргинильные (*v*) гаметофиты, не достигшие дефинитивного (*d*) периода. В ноябре—декабре развитие заростков замедлилось. Вирги-

нильные (*v*) особи пролиферировали с образованием новых ювенильных и имматурных заростков, на которых сформировались антеридии. Эти гаметофиты имели сокращенный онтогенез и впоследствии отмирали.

I период онтогенеза — первичный покой — представлен *покоящимися спорами (sp)*.

Споры трехлучевые, тетраэдрические, слегка сплюснутые; в очертании с полюса округло-треугольные, с экватора — лопастные; п.о. 36.0–38.0 мкм, э.д. 39.6–64.6 мкм. Лезура с тонкими, слабо волнистыми утолщенными лучами 17.0–24.0 мкм

длины, далеко не доходящими до экватора; спородерма двуслойная, тонкая, 3.4–4.0 мкм; периспорий растрескивающийся и сползающий при ацетоллизе; скульптура мелкобугорчатая или зернистая. Цвет спор бледно-желтый (Бобров, Куприянова, Литвинцева, Тарасевич, 1983).

II период онтогенеза — виргинильный (*v*)

В этом периоде начинается морфогенез таллома, и первый его этап включает прорастание споры и образование однорядной нити — протонемы.

Проросток гаметофита (*p*). Первые признаки прорастания были обнаружены через 18 дней

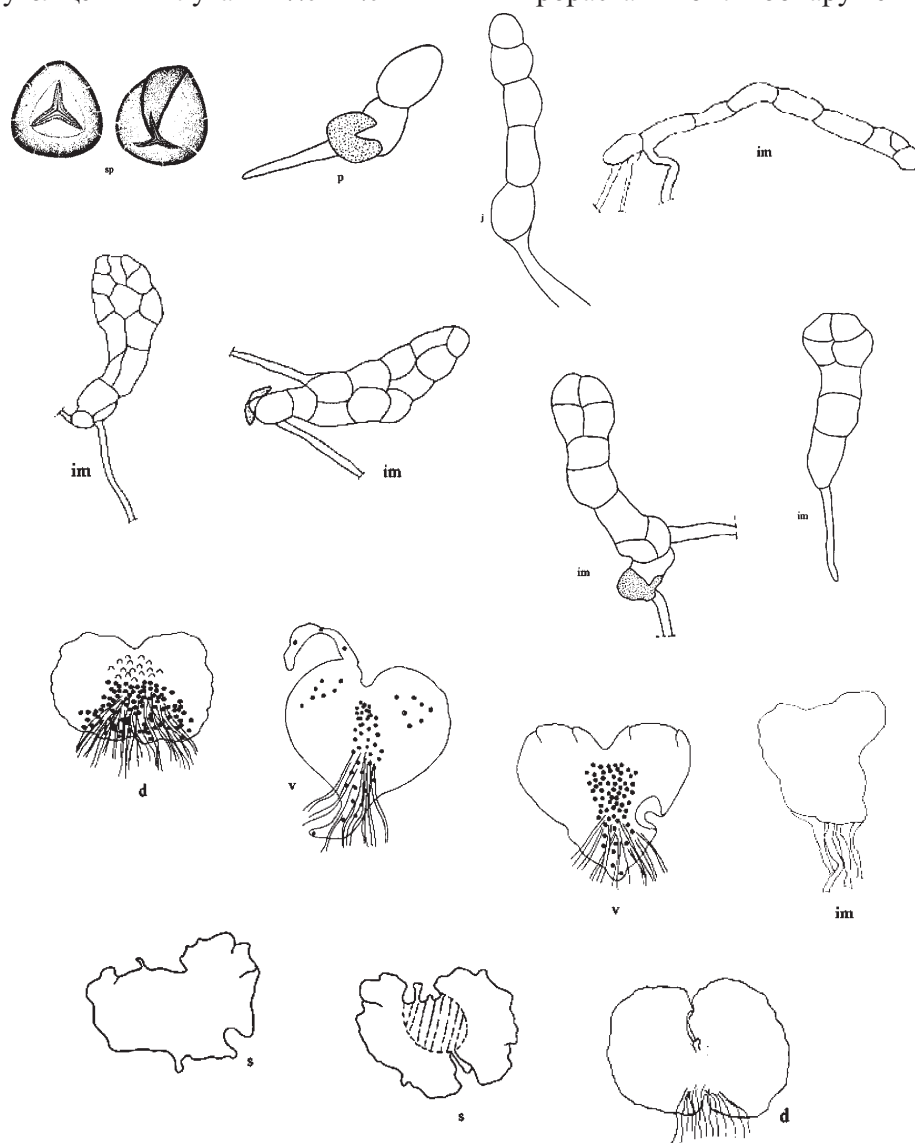


Рис. 2. Возрастно-половые состояния онтогенеза гаметофита *Adiantum capillus-veneris*: *sp* — покоящиеся споры; *p* — проросток; *j* — ювенильный; *im* — имматурный; *v* — виргинильный; *d* — дефинитивный; *s* — сенильный.

после посева. Прорастание спор происходило согласно классификации В.К. Nayar & S. Kaur (1969) по типу *Vittaria*: хлороцит, появившийся из споры, поделится перпендикулярно ее оси и дал начало первому ризоиду и клетке протонемы (рис. 2). Питание за счет ресурсов споры.

Ювенильные особи (j). Путем деления апикальной клетки перпендикулярно оси протонемы образовалась однорядная нить — хлоронема, состоящая из 5 бочонковидных клеток (рис. 2).

Второй этап морфогенеза начался при вступлении гаметофитов в **имматурное (im)** онтогенетическое состояние. При этом в про-

тонеме произошли смена направления клеточных делений и переход к двумерному плоскостному росту.

Развитие гаметофита у изученного папоротника шло по типу *Adiantum* (Nayar, Kaur, 1971): терминальная или субтерминальная клетка протонемы делилась тангентальными перегородками с одной и другой стороны, в результате образовалась средняя клетка, которая стала материнской клеткой меристемы (рис. 3).

Отмечено несколько путей этого перехода: путем косого деления субтерминальной клетки и путем продольного деления терминальной и субтерминальной клеток (рис. 3).

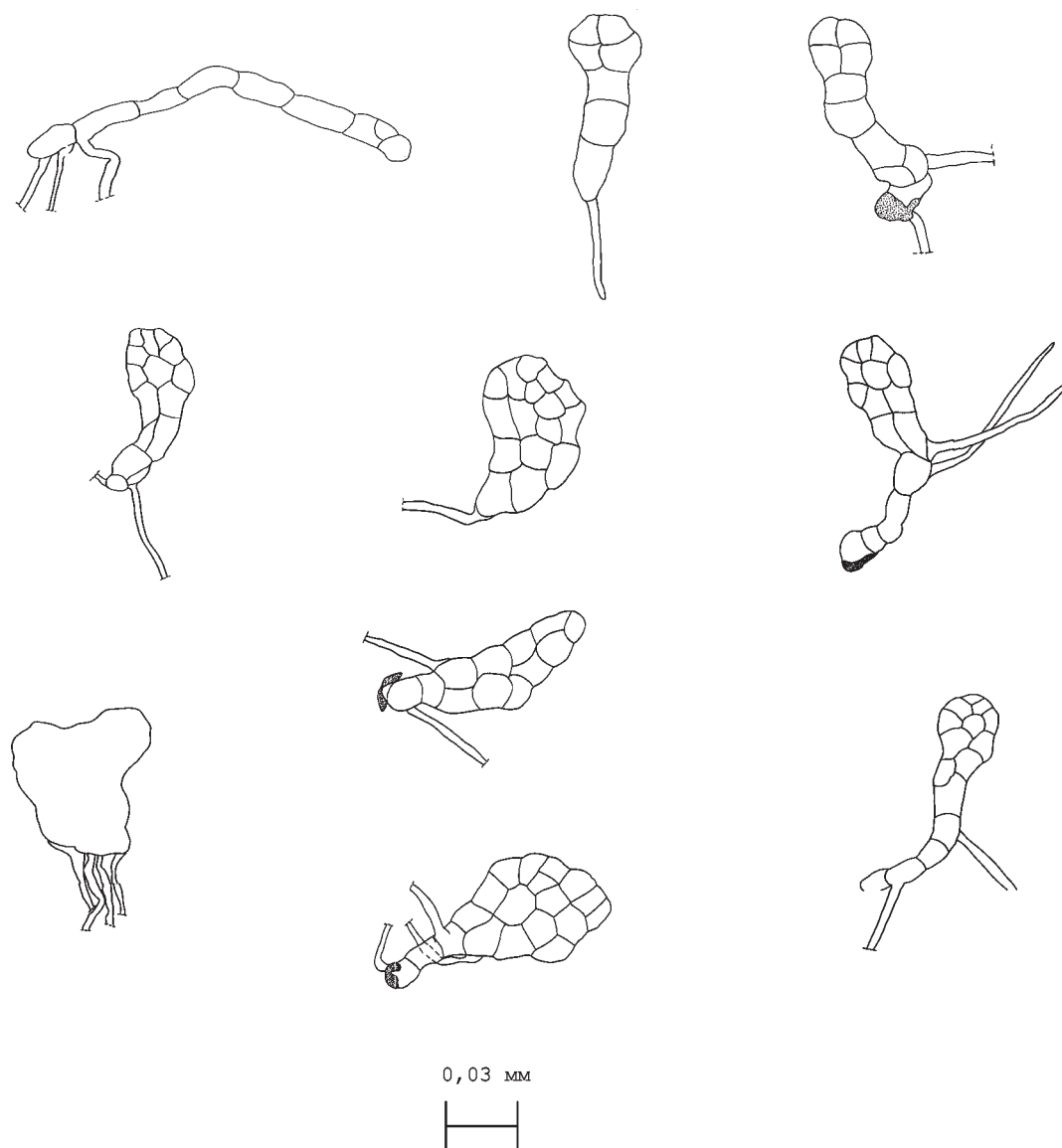


Рис. 3 . Разнообразие гаметофитов имматурного возрастно-полового состояния (im).

У некоторых имматурных заростков сохранялась оболочка споры и базальная часть, в основном в виде однорядной нити. У исследуемого папоротника на данном этапе развития было велико морфологическое разнообразие форм гаметофитов (рис. 3).

С момента вычленения меристематической клетки постепенно шло формирование выемки, и гаметофит приобретал почти сердцевидную форму (рис. 3). Затем меристематическая клетка заменялась многоклеточной меристемой.

На третьем этапе морфогенеза произошел переход в *виргинильное* (*v*) онтогенетическое состояние: гаметофиты приобрели сердцевидную или почти сердцевидную форму, начала формироваться архегонияльная подушка (рис. 4). Мужская сексуализация оказалась более ранней, образовались антеридии — *v* (*m*) (рис. 5а, б), рас-

полагавшиеся немного ниже выемки в средней и нижней части таллома среди ризоидов. Количество антеридиев у разных заростков колебалось в пределах от 30 до 90.

Таким образом, в посевах действовала система гормона антеридиогена, стимулирующего формирование антеридиев, ингибирующего вегетативный рост и способствующего прорастанию спор в темноте (Dopp, 1959; цит. по: Шорина, 1991). Однако на развитие гаметофитов немалое влияние могли оказать и плотность посева, и качество и топография субстрата, и ряд других абиотических и биотических факторов среды.

В этом возрастно-половом состоянии нами отмечена пролиферация гаметофитов, сопровождающаяся появлением многочисленных дополнительных талломов, на которых развивались антеридии (рис. 6 А).

⊙ — антеридии

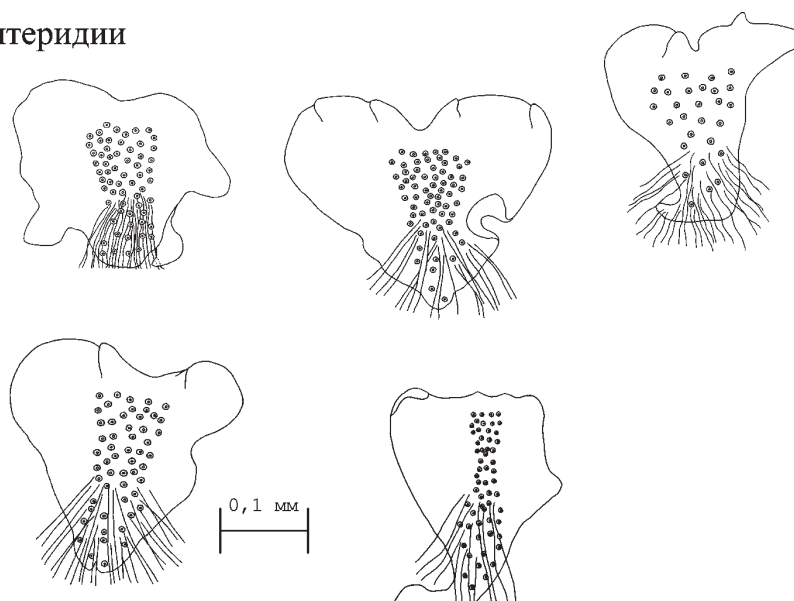


Рис. 4. Разнообразие виргинильных гаметофитов (*v*). Условные обозначения.

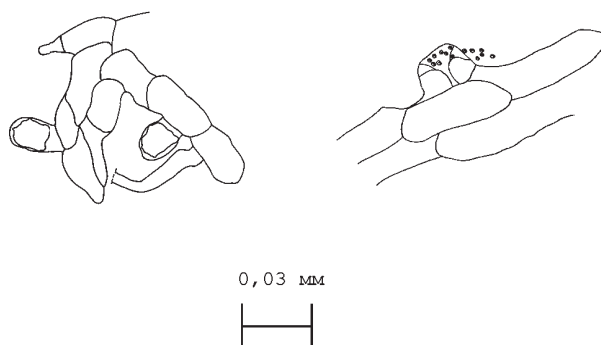
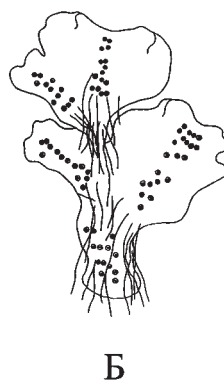
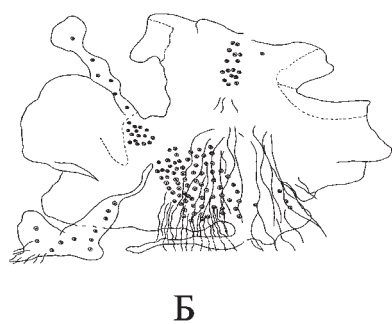
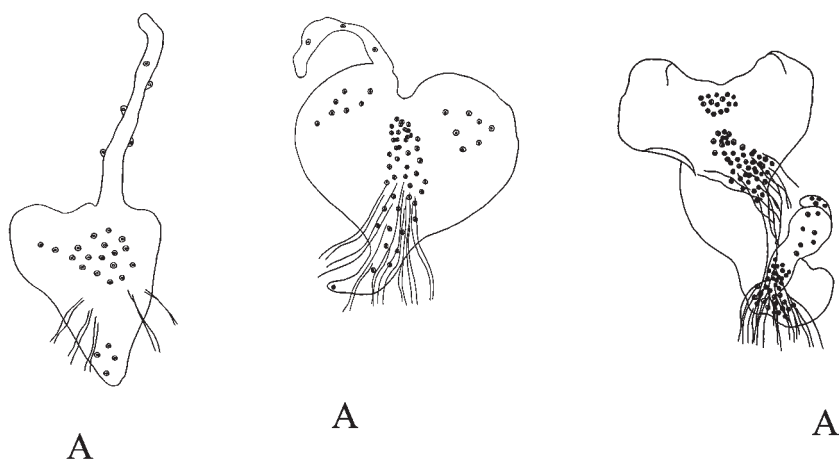
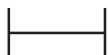


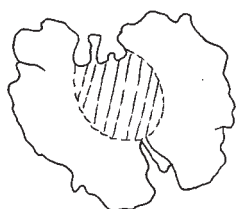
Рис. 5. Внешний вид антеридиев.



0,1 мм

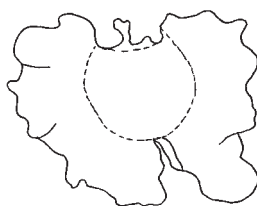
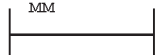


Б



Б

0,4
мм



Б

Рис. 6 . Проллиферация
гаметофитов:
А – виргинильный;
Б – сенильный.

III период онтогенеза — дефинитивный (*d*)

Характеризуется появлением на гаметофитах архегониев.

Дефинитивные обоеполые гаметофиты *d(h)*

У дефинитивных синхронно обоеполых гаметофитов *d(h)* многоклеточная меристема заполняла дно выемки. Обоеполые гаметофиты имели сердцевидную форму, широкие однослойные «крылья» и центрально расположенную архегониальную по-

душку толщиной в несколько слоев клеток, на нижней стороне которой развивались архегонии. Подобная сложность строения необходима для последующего питания зародыша спорофита.

Архегонии были малочисленны, в числе от 15 до 20–25. Антеридии располагались в базальной части подушки среди ризоидов и на «крыльях» (рис. 7). Их количество достигало 100. Следует отметить, что практически на каждом обоеполом гаметофите образовались проростки спорофита, т.е. здесь успешно произошло внутризаростковое самооплодотворение (рис. 7).

⊙ - антеридии, ∪ - архегонии

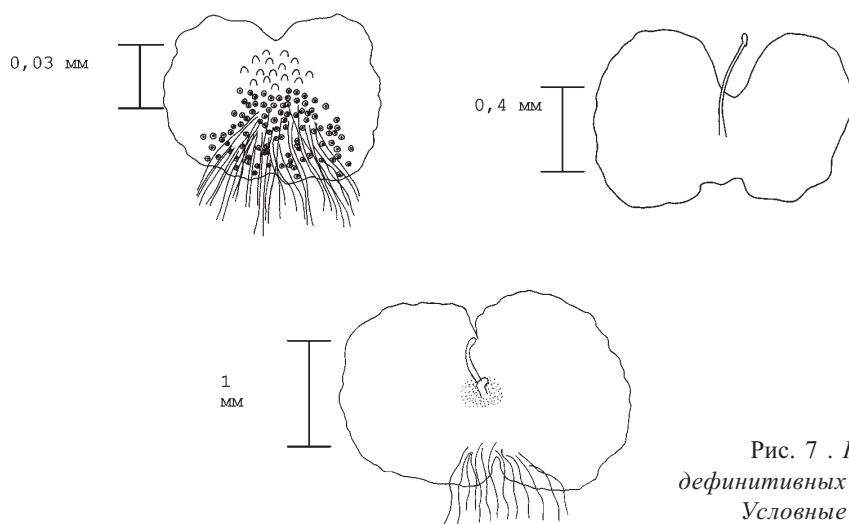


Рис. 7. Разнообразие дефинитивных гаметофитов (*d*). Условные обозначения.

IV период онтогенеза — сенильный (*s*)

В сенильном периоде произошло разрастание «крыльев», и они стали волнистыми. По мере старения гаметофиты постепенно утратили сердцевидную форму (рис. 6 Б), началась пролиферация краевых клеток (в большинстве случаев в области выемки) в боковые ответвления, на них развились гаметангии — *s(m)*. Мужские гаметофиты пролиферировали с образованием новых нитей, на которых сразу же развивались новые антеридии (рис. 6 Б). У пролиферирующих гаметофитов число антеридиев в сумме достигало 130–150.

Варианты поливариантности онтогенеза гаметофитов.

Нам удалось выявить различные проявления дифференциации особей в популяции *A. capillus-*

veneris, свидетельствующие о динамической (ритмологической, темпов развития) и структурной поливариантности онтогенеза (размерной, морфологической, способов размножения) (Жукова, Комаров, 1990). В частности, среди гаметофитов одного и разных онтогенетических состояний наблюдали разнообразие заростков по темпам развития, по размеру и морфологии таллома, полу, способам размножения. Особенно ярко поливариантность онтогенеза проявилась в имматурном онтогенетическом состоянии.

Темпы развития и длительность пребывания растения в том или ином онтогенетическом состоянии, т.е. **динамическая поливариантность**, проявлялись в быстром прохождении большинством заростков *j* и *im* состояний и длительном пребывании в *v* и *d* состояниях, т.е. в асинхронности развития, а также в разных темпах сексуали-

зации. Наряду с наличием стерильных гаметофитов обнаружено несколько вариантов заложения и функционирования гаметангиев и их соотношения с онтогенетическим состоянием особи: гаметофиты морфологически и функционально однополые протерандрические мужские (v) (спорового и вегетативного происхождения) и гермафродитные (d) (возможно только межзаростковое оплодотворение); большинство гаметофитов морфологически и функционально обоеполые (d) (возможно самооплодотворение).

Морфологическая поливариантность, или разнообразие морфологической структуры растений на одном и разных этапах онтогенеза, проявлялась в количестве клеток, формирующих таллом, его форме, размерах. Приблизительно через месяц после посева большинство гаметофитов имели языковидную форму таллома и состояли из 12–30 клеток, одновременно встречались и мелкие гаметофиты из 9, 10 клеток, недавно перешедшие к плоскостному росту, и крупные гаметофиты, по форме близкие к сердцевидным.

У гаметофитов ювенильного (j) онтогенетического состояния морфологическая поливариантность выражалась в разном числе клеток, образующих протонему; в имматурном (im) — в разнообразии особей по способу перехода протонемы к плоскостному росту, по форме и размерам пластинок. У виргинильных гаметофитов (v) обнаружили морфологические различия по форме пластинок и строению меристематического участка. После формирования гаметангиев морфологическое разнообразие гаметофитов усиливалось.

У гаметофитов наблюдали **поливариантность в наличии и сочетании способов размножения и воспроизведения**. У виргинильных (v) гаметофитов совмещалось образование антеридиев и вегетативное размножение (за счет пролиферации). Дефинитивные (d) гаметофиты формировали архегонии, а у сенильных (s) происходило вегетативное размножение с образованием на пролиферирующих нитях гаметангиев (антеридиев).

Вегетативное размножение увеличивало длительность жизни гаметофитов и обеспечивало самоподдержание их популяций.

Выводы:

1. Наши исследования в культуре подтвердили мнение (Гуреева, 2001), что папоротникам-эпилитам не свойственна сложная возрастно-половая структура популяций, как, например, лесным видам. Эпилиты отличает способность образовывать в культуре синхронно обоеполые гаметофиты. Это создает возможность внутризаросткового самооплодотворения и позволяет при заселении новых местообитаний основывать популяции из единственной споры, поддерживая тем самым генетическую систему вида.

2. Обнаружена структурная и динамическая поливариантность онтогенеза гаметофитов. Выделены следующие варианты сексуализации: 1) все гаметофиты стерильные (бесполое); 2) протерандрические (мужские) гаметофиты; 3) обоеполые (гермафродитные) гаметофиты; 4) вторично мужские и гермафродитные гаметофиты (результат пролиферации).

3. Омоложение популяций гаметофитов в изученных культурах происходило за счет вегетативного размножения посредством пролиферации виргинильных и стареющих гаметофитов в ювенильные и имматурные заростки. Регенерирующие гаметофиты формировали антеридии, обеспечивая поддержание сложного возрастного состава популяций.

4. Прослежены следующие типы онтогенеза:
А. С воспроизведением диплофазы (спорофитов)
 $sp - p - j - im - v(m) - d(h)$ — спорофит
Б. Полный, функционально завершённый онтогенез женских и мужских гаметофитов

$sp - p - j - im - v(m) - d(h) - s$ — отмирание
 $sp - p - j - im - v(m)$

В. Сокращенный онтогенез с омоложением, который начинался с появления j или im растений, минуя стадию споры и проростка. Особи образовывались вегетативным путем. Выявлены 2 варианта:

1) с воспроизведением диплофазы (спорофитов):
 $j(m) - im(m) - v(m) - d(h)$ — спорофит
 $im(m) - v(m) - d(h)$ — спорофит

2) без воспроизведения диплофазы (спорофитов):
 $j(m) - im(m) - v(m) - d(h) - s$ — отмирание
 $j(m) - im(m) - v(m)$
 $im(m) - v(m) - d(h) - s$ — отмирание
 $im(m) - v(m)$

Библиографический список

1. Арнаутова Е.М. Развитие и строение гаметофитов *Coniogramme intermedia* и *Anogramma leptophylla* (Pteridaceae) // Бот. журн. — 1998. — Т. 83. — № 12. — С. 71–76.
2. Барабанищикова Н.С. Биология спорового размножения некоторых папоротников Подмосквья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 2002. — 18 с.
3. Барабанищикова Н.С. Онтогенез гаметофитов папоротников и его поливариантность на примере некоторых представителей рода *Dryopteris* в природных условиях // Труды I Росс. птеридол. конф. и школы-семинара по птеридологии (Томск — Барнаул, 2007). — Томск: Изд-во Том. ун-та. — С. 12–25.
4. Бобров А.Е., Куприянова Л.А., Литвинцева М.В., Тарасевич В.Ф. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР // Л.: Наука, 1983. — С. 21–22.
5. Гричук В.П. Географические элементы флоры папоротникообразных, произрастающих на территории СССР // Палинология четвертичного периода. — М.: Наука, 1985. — С. 184–214.
6. Гуреева И.И. Равноспоровые папоротники Южной Сибири (систематика, происхождение, биоморфология, популяционная биология). — Томск, 2001. — 158 с.
7. Жукова Л.А., Комаров А.С. Поливариантность онтогенеза и динамика ценопопуляций растений // Журн. общ. биол. — 1990. — Т. 51. — № 4. — С. 450–461.
8. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. — 1950. — Вып. 6. — С. 7–204.
9. Работнов Т.А. Определение возрастного состава популяций видов в сообществе // Полевая геоботаника. — М. — Л.: Наука, 1964. — Т. 3. — С. 132–208.
10. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Науч. докл. высш. школы. — Биол. науки. — 1975. — № 2. — С. 7–34.
11. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Под ред. Т.И. Серебряковой, А.А. Уранова. — М.: Наука, 1976. — 216 с.
12. Ценопопуляции растений (Очерки популяционной биологии). — М., 1988. — 183 с.
13. Шорина Н.И. Двойственность популяционной экологии равноспоровых папоротников // Экология популяций. — М., 1991. — С. 180–198.
14. Шорина Н.И. Популяционная биология гаметофитов равноспоровых *Polypodiophyta* // Экология. — 2001. — № 3. — С. 182–187.
15. Шорина Н.И. Экологическая морфология и популяционная биология представителей подкласса *Polypodiidae*: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 1994. — 34 с.
16. Шретер А.И., Карнишина Л.М. Использование папоротников флоры СССР в научной и народной медицине // Раст. ресурсы. — 1975. — Т. II. — № 4. — С. 585–597.
17. Holttum R.E. The ecology of tropical Pteridophytes // Verdoorn F. Manual of Pteridology. — The Hague, 1938. — P. 420–450.
18. Nayar B.K. & Kaur S. Gametophytes of homosporous ferns // Bot. Rev. 1971. — V. 37. — № 3. — P. 295–396.
19. Nayar B.K. & Kaur S. Types of prothallial development in homosporous ferns // Phytomorphology. — 1969. — Vol. 19. — № 2. — P. 179–188.
20. Singh H.B. Economically viable *Pteridophytes* of India // Pteridology in the new Millenium. Kluwer Academic Publishers. — Printed in the Netherlands, 2003. — P. 421–446.

N.M. DERZHAVINA, Z.M. POKROVSKAYA, Z.G. SILAEVA

ONTOGENESIS OF GAMETOPHYTES OF *ADIANTUM CAPILLUS-VENERIS* L.

Development of gametophytes of fern *Adiantum capillus-veneris* L. is investigated. Spores germinated according to the *Vittaria*-type, the protallia developed according to the *Adiantum*-type. Lamellar gametophyte formed with cordate or nearly cordate form during the development. Structural and dynamical variability of ontogenesis of gametophytes are detected. Rejuvenation of populations of gametophytes took place by means of vegetative propagation. Different types of ontogenesis are observed: with reproduction of sporophyte, complete and functionally ended ontogenesis and also shorter ontogenesis which accompanied with a rejuvenation.

В.М. КАЗЬМИН, доктор сельскохозяйственных наук,
ФГУ «Орелагрохимрадиология»
Тел.: (4862) 40-33-06, 8-910-307-40-45; e-mail: fgucentr@orel.ru

А.Г. ПОЛЯКОВ, аспирант кафедры зоологии
Орловского государственного университета
Тел. 8-920-800-15-68; e-mail: Alexpg-zz@mail.ru

МЕРОПРИЯТИЯ, СНИЖАЮЩИЕ ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КУЛЬТУРНЫЕ РАСТЕНИЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩИЕ НА ЗАРАЖЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

В статье рассматриваются мероприятия, способствующие получению чистой растениеводческой продукции на зараженных радионуклидами территориях. Мероприятия состоят из четырех групп: организационные, агротехнические, агрохимические и технологические. Также рассматривается рациональное внесение азотных удобрений в агроценозе озимой пшеницы.

Ключевые слова: цезий-137, пшеница, загрязнение, экология, калий, стронций-90, кальций.

Результатом аварии на Чернобыльской АЭС явилось радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий смесью продуктов ядерного деления. Из выпавших радиоактивных элементов наибольшую биологическую опасность представляют долгоживущие радионуклиды цезия и стронция, имеющие период полураспада около 30 лет и активно включающиеся в процессы биологической миграции, приводящие к их накоплению растениями, животными и человеком. Поступление этих радиоактивных веществ в организм человека с продуктами питания происходит в результате их перехода из почвы в растения и далее в продукцию животноводства.

Цезий-137 является химическим аналогом калия, наравне с ним участвует во всех реакциях обмена в растениях, организме животного и человека, биологически очень подвижен и сравнительно быстро выводится из организма животного и человека. Через 14–20 суток после перевода на чистый рацион в теле животного остается около половины поступившего цезия-137, после чего темп выведения радионуклида снижается. Стронций-90 — химический аналог кальция, характеризуется высокой биологической подвижностью в системе почва—растение—животное, медленно выводится из организма, так как накапливается в костной ткани.

В большинстве загрязненных районов вкладом стронция-90 в дозовую нагрузку на человека по сравнению с цезием-137 можно пренебречь, поскольку соотношение между активностями этих радионуклидов в почве в Орловской области не превышает 0,02. Хотя коэффициент перехода из всех типов почв в растительную продукцию для стронция-90 выше, чем у цезия-137, поступление из рациона животных в животноводческую продукцию для стронция-90 ниже, чем для цезия-137 (для молока в 5–10 раз, для мяса приблизительно в 100 раз). Проведение всех защитных мероприятий в агропро-

мышленном комплексе (АПК) следует планировать, ориентируясь на плотность загрязнения почвы цезием-137. Эти мероприятия одновременно будут улучшать радиационную обстановку и по отношению к стронцию-90.

Комплекс мероприятий, направленных на получение растениеводческой продукции, отвечающей радиологическим стандартам, состоит из 4 групп: организационные, агротехнические, агрохимические и технические.

Организационные мероприятия предусматривают:

- проведение инвентаризации территорий по плотности загрязнения и составление соответствующих картограмм;
- сопоставление почвенных характеристик территорий и данных об их загрязнении;
- изменение структуры посевных площадей;
- организацию радиационного контроля продукции.

Агротехнические приемы включают:

- проведение глубокой вспашки с оборотом пласта (на высокоплодородных почвах);
- увеличение доли площадей под культуры с низким уровнем накопления радионуклидов;
- коренное улучшение лугов и пастбищ;
- поверхностное улучшение кормовых угодий;
- высев при перезалужении лугов и пастбищ трав с минимальным накоплением радионуклидов.

Агрохимические мероприятия предусматривают:

- известкование кислых почв;
- внесение повышенных доз калийных удобрений;
- внесение повышенных доз фосфорно-калийных удобрений;
- внесение органических удобрений;
- комплексное внесение различных видов минеральных и органических удобрений.

Технологические приемы включают:

- промывку и первичную очистку убранной плодоовощной и технической продукции;
- применение различных способов уборки зерновых, овощных и кормовых культур, обеспечивающих недопущение вторичного загрязнения урожая;
- переработку полученной продукции с целью снижения концентрации радионуклидов.

Особое значение для Орловской области имеют мероприятия по снижению поступления цезия-137 в сельскохозяйственную продукцию зерновых культур. Озимая пшеница является наиболее важной культурой для сельского хозяйства Орловской области, с благоприятными климатическими условиями для ее произрастания, где на зерновые приходится 58% площадей сельхозугодий, из которых доминирует озимая пшеница — 20,5%.

Озимая пшеница — один из стратегически важных пищевых продуктов страны.

Пшеница также считается крупным по значимости продуктом торговли, поэтому она является предметом экспорта.

Получение экологически чистой продукции озимой пшеницы — важная задача страны.

Во всех районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению, посевы озимых культур размещаются в основном по занятым парам. Внесение в качестве основного удобрения навоза, торфонавозного компоста, проверенных на содержание радионуклидов, снижает накопление цезия-137 в зерне озимых в 2–2,5 раза. Однако использование торфа и рН сол. 4,5 увеличивает переход цезия-137 в растения из дерново-подзолистой почвы. Известкование кислых почв снижает накопление цезия в зерне озимых до трех раз.

Эффективным способом снижения поступления цезия-137 в растения является увеличение в 1,5–2 раза доз фосфорно-калийных удобрений. Внесение органических и минеральных удобрений с учетом обеспеченности почвы питательными веществами — более эффективное средство для снижения содержания цезия в зерне, чем внесение одних минеральных удобрений.

Нарушение баланса минерального питания ведет к возрастанию содержания цезия в растениях. Так, применение одних азотных удобрений ведет к накоплению цезия в зерне. Поэтому азотные удобрения под зерновые культуры необходимо вносить в количествах, необходимых для создания оптимального урожая с наименьшим содержанием радионуклида в нем. На диаграмме 1 приведены варианты с внесением различных доз азотных удобрений и соответствующие им накопления Cs^{137} в зерне озимой пшеницы.

Диаграмма 1

Влияние уровня азотного питания на содержание Cs^{137} в зерне озимой пшеницы в % по отношению к контролю



Примечание: фон* — нитрофоска 3 ц/га физического веса.

0 — контрольный вариант.

Диагностика — внесение подкормки по почвенной и растительной диагностикам.

Фосфорные и калийные удобрения вносят в дозах, превышающих общепринятые в 1,5–2 раза.

Наиболее эффективно на землях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, проведение глубокой безотвальной обработки почвы.

Для снижения возможного загрязнения урожая при полегании растений следует проводить обработку туром. Уборка зерновых проводится прямым

комбайнированием. Высота среза при уборке зерновых должна составлять не менее 15–20 см.

Из вышеизложенного видно, что наиболее эффективным для максимального снижения перехода радионуклидов в растениеводческую продукцию будет проведение всех вышеизложенных приемов в комплексе, с рациональным использованием удобрений.

Библиографический список

1. Изразль Ю.А. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. — СПб.: Прогресс-Погода, 1996. — 355 с.
2. Каббата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 439 с.
3. Казьмин В.М., Нечаев Л.А. Почвенная и растительная диагностика оптимизации минерального питания растений. — Орел: Картуш, 2005. — 92 с.
4. Минеев В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы. 16,0 п.л. — М.: Росагропромиздат, 1990.
5. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. — М.: Изд. ACADEMIA, 2004. — 126–135 с.
6. Черных Н.А., Овчаренко М.М. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. — М.: Агроконсалт, 2002. — 197 с.
7. Besnus F., Peres J.-M., Guillou P., Kashparov V., Gordeev S., Mironov V., Espinoza A., Aragon A. Contamination characteristics of podzols affected by the Chernobyl accident. The radiological consequences of the Chernobyl accident. EUR 16544 EN, 1996, p. 205–209.
8. Guillou P., Stammose D., Peres J.-M., Kashparov V., Mironov V., Gordeev S. Relationship between source and soil types in sites contaminated after the Chernobyl accident. Proceedings of the «Radionuclide migration». — USA, 1998.

V.M. KAZMIN, A. G. POLYAKOV

MEASURES, REDUCING ENTRANCE OF RADIOACTIVE SUBSTANCES IN TO CULTIVATED PLANTS, GROWING ON POLLUTED TERRITORIES

Some measures to get pure plant products on radiation polluted territories are considered in the article.

There are 4 groups of such measures: organizational, agrotechnical, agrochemical and technological. Rational usage of nitric fertilizers in agrocenosis of winter wheat is also considered.

Е.С. ЧУВАШЕВА, кандидат биологических наук, доцент кафедры
почвоведения и прикладной биологии
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 77-78-18

ФИТОНЦИДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ НА ЧЕЛОВЕКА

Интерьерное озеленение возникло как элемент культуры человека, отвечающий его эстетическим потребностям. Человек ощущал себя единым целым с природой, к ней он и обращался за исцелением, перенося частицу живой природы в свой дом. Стремление это было интуитивным.

Ключевые слова: озеленение, очищение атмосферы, воздушная среда, фитонциды, воздействие на организм.

В настоящее время научный подход к интерьерному озеленению подразумевает сочетание эстетического восприятия красоты формы, окраски цветов и листьев растений с другой, полезной функцией растений, о которой было давно известно: живые растения улучшают состав воздуха и очищают атмосферу. Фитонциды — это вещества, продуцируемые растениями и имеющие бактерицидные, антифунгальные (активные в отношении микроскопических грибов и актиномицетов) и протистоцидные (активные в отношении клеточных простейших) свойства. Фитонциды были открыты профессором Б. П. Токиным в 1928 г. Со времени открытия фитонцидов накоплен большой фактический материал об антимикробных и противовирусных веществах высших растений. Доказано, что фитонцидная активность присуща всему растительному миру.

Фитонциды благодаря разнообразной химической природе и биологической активности оказывают разностороннее действие на организм человека и животных.

Известно, что вдыхание фитонцидов некоторых растений благотворно действует на психику, нормализует сердечный ритм, улучшает обменные процессы. У людей, находящихся в атмосфере летучих выделений растений, увеличиваются защитные силы организма, нормализуются процессы возбуждения и торможения в коре больших полушарий, повышаются работоспособность, выносливость при физических нагрузках. Летучие фитонциды эвкалиптов, например, обладают выраженным тонизирующим действием. Общение с монстерой благоприятно для людей с нарушениями нервной системы, фитонциды ее устраняют головную боль и нарушения ритмов сердца. Лавр благородный положительно влияет на больных стенокардией и другими заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Герань душистая помогает при функциональных заболеваниях нервной системы, при бессоннице.

Существуют растения, цветы которых обладают сильным ароматом и могут неблагоприятно воздействовать на человека. Не рекомендуется выращивать их в малых помещениях. Например, во время цветения олеандра, магнолии, гордени жасминовидной нельзя находиться в помещении долгое время. Уже через 1,5 часа проявля-

ется их угнетающее действие: сильная продолжительная головная боль, сонливость, тошнота, резкая слабость, головокружение. Избыток ароматических веществ в воздухе приводит к повышенной раздражительности и утомляемости.

При озеленении детских учреждений должен подбираться ассортимент, исключающий ядовитые растения. Например, растения из семейств молочайные и ароидные могут оздоровить воздух помещений, но сок их вызывает ожоги слизистых оболочек и кожи.

Воздушная среда городских помещений, в том числе и в учебных заведениях (школах, детских садах, университетах, средних специальных учреждениях), далека от идеальной. Кроме обычной пыли часто воздух помещений имеет повышенное содержание химических соединений, выделяемых строительными материалами, мебелью. Значительного улучшения воздушной среды закрытых помещений можно добиться, используя для озеленения определенные растения. Известно, что летучие вещества растений, которые они выделяют в процессе своей жизнедеятельности, уже в концентрации 5 мг/м³ изменяют воздух и могут улучшать самочувствие людей. Растения также служат фильтром вредных веществ, действуя как «зеленая печень».

Кроме того, воздушная среда содержит условно-патогенные микроорганизмы, такие как стафилококк, микроскопические плесневые грибы. Эти микроорганизмы, попадая в благоприятные условия на слизистые оболочки верхних дыхательных путей, могут вызывать острые респираторные или аллергические заболевания.

Наряду с растениями, летучие выделения которых обладают выраженными фитонцидными свойствами, имеются растения, летучие выделения которых оказывают лечебный эффект на организм человека, такие как мирт обыкновенный, кофейное дерево, лимон, герань душистая и другие.

В связи с вышеизложенным мы решили подтвердить фитонцидное действие комнатных растений в аудиториях Орловского государственного университета.

Был проведен эксперимент, доказывающий бактерицидные свойства фитонцидных комнатных растений. Для этого был подобран ассортимент

из 40 комнатных растений, обладающих выраженной фитонцидной активностью. Для проведения эксперимента были использованы следующие виды комнатных фитонцидных растений:

1. Алоэ древовидное (1)
2. Представители рода бегония (3)
3. Бересклет японский (1)
4. Бриофилиум Дегремона (1)
5. Гибискус китайский (4)
6. Диффенбахия пятнистая (5)
7. Каланхоэ перистое (3)
8. Колеус гибридный (1)
9. Лимон (1)
10. Мирт обыкновенный (1)
11. Монстера привлекательная (1)
12. Пеларгония душистая (3)
13. Пеперомия туполистная (1)
14. Пиллея Кадье (1)
15. Плющ обыкновенный (1)
16. Сансевиера трехполосая (2)
17. Спатифиллум Уоллиса (2)
18. Сциндапсус расписной (2)
19. Толстянка портулаковая (1)
20. Хризантема индийская (1)
21. Хлорофитум хохлатый (3)
22. Циперус зонтичный (1).

Проанализировав расписание занятий на факультете естественных наук, мы выбрали две аудитории, примерно одинаковые по площади, количеству посадочных мест и загруженности учащимися (116 и 114). В этот период занятия в аудиториях проходили в течение всего учебного дня. Одна из аудиторий была контрольной (116) — в ней растения не устанавливали. Вторая аудитория (114) — опытная, в ней установили растения, летучие выделения которых обладают фитонцидной активностью, такие как алоэ древовидное (1), представители рода бегония (3), бересклет японский (1), бриофилиум Дегремона (1), гибискус китайский (4), диффенбахия пятнистая (5), каланхоэ перистое (3), колеус гибридный (1), лимон (2), мирт обыкновенный (1), монстера привлекательная (1), пеларгония душистая (3), пеперомия туполистная (1), пиллея Кадье (1), плющ обыкновенный (1), сансевиера трехполосая (2), спатифиллум Уоллиса (2), сциндапсус расписной (2), толстянка портулаковая

(1), хризантема индийская (1), хлорофитум хохлатый (3), циперус зонтичный (1). Предварительно провели контрольный замер, чтобы иметь представление об уровне обсемененности воздуха аудиторий до проведения опыта и установки растений. Затем в течение 18 суток проводили 7 измерений на 3, 7, 10, 14, 16, 17, 18-й день. Замеры проводили 4 раза в день в 8, 11, 13 и 16 час. в течение 15 минут. Посев микроорганизмов проводили на питательную среду агар-агар, приготовленную по известному рецепту. Чашки Петри помещали в термостат на трое суток. По истечении этого времени подсчитывали число высевшихся колоний микроорганизмов. Интегральная характеристика посева микроорганизмов представлена на диаграмме (рис. 1): каждое последующее значение числа микроорганиз-

мов представляет собой сумму всех предыдущих замеров и замера, сделанного в данный день. Такая характеристика позволяет усреднить отдельные колебания бактериальной обсемененности воздуха, а также проследить динамику изменения ее в опытной аудитории по сравнению с контрольной. Как видно из диаграммы, суммарный посев микроорганизмов в опытной аудитории уже начиная с третьего дня наблюдений ниже, чем в контрольной аудитории. В опытной аудитории на чашки сеялось значительно меньше колоний, чем в контрольной (табл. 1). За 18 дней наблюдений суммарный посев микроорганизмов составил 50% от контрольного уровня. Это соответствует результатам, полученным ранее в детских садах, школах, а также по результатам лабораторных опытов.

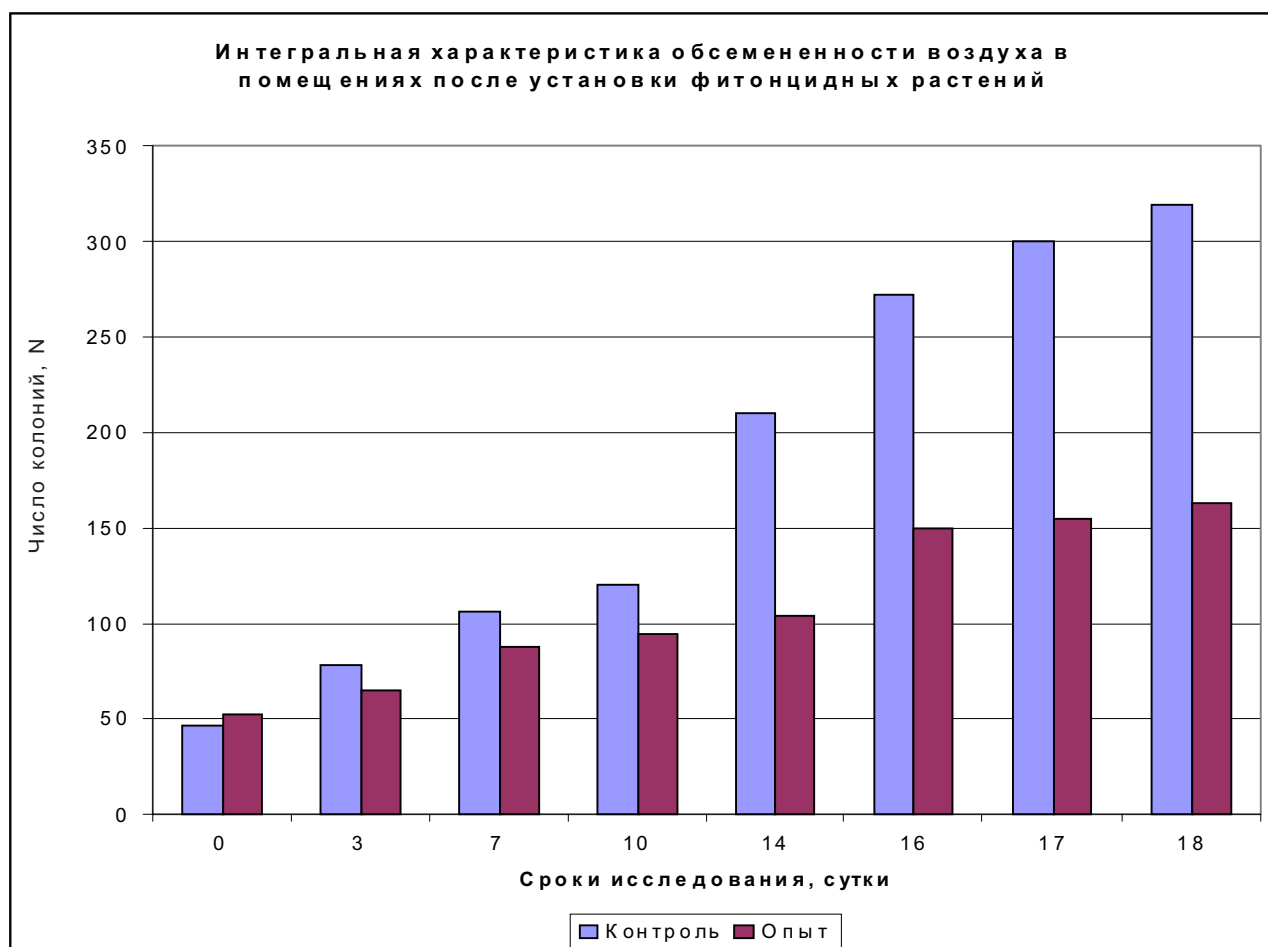


Рис. 1.

Таблица 1

Бактериальная обсемененность воздуха в аудиториях ОГУ

Сроки исследования, сутки	0	3	7	10	14	16	17	18
Контроль, число колоний (ауд. 116)	47±0,01	78±0,01	106±0,02	120±0,02	210±0,02	272±0,03	300±0,03	319±0,03
Опыт, число колоний (ауд. 114)	52±0,01	65±0,01	88±0,01	94±0,01	104±0,02	150±0,02	155±0,02	163±0,03

Таким образом, проведенный эксперимент подтверждает необходимость использования в обязательном порядке фитонцидных комнатных растений для оздоровления воздушной

среды помещений с целью снижения утомляемости и профилактики респираторных заболеваний у учащихся и работников сферы образования.

Библиографический список

1. Блинкин С.А., Рудницкая Т.В. Фитонциды вокруг нас [текст] / С.А. Блинкин, Т.В. Рудницкая. — М.: Знание, 1981. — 144 с.
2. Гортинский Г.Б., Яковлев Г.П. Целебные растения в комнате [текст] / Г.Б. Гортинский, Г.П. Яковлев. — М.: Знание, 1993. — 85 с.
3. Казаринова Н.В., Цыбуля Н.В., Казначеева Л.Ф. Использование интерьерных растений для санации воздуха в закрытых помещениях (Медицинский фитодизайн) [текст] / Н.В. Казаринова, Н.В. Цыбуля, Л.Ф. Казначеева. — Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1998. — 54 с.
4. Комарова М.А. Экспериментальное изучение бактерицидных веществ и их применение для дезинфекции воздуха [текст] / М.А. Комарова // Фитонциды, их роль в природе. — Л.: Лениздат, 1957. — 89 с.
5. Лысенко Н.Н., Цыбуля Н.В. и др. Агротехника выращивания и использование фитонцидных растений в детских учреждениях Орловской области (Введение в экологию комнатных фитонцидных растений) [текст] / Н.Н. Лысенко, Н.В. Цыбуля. — Орел: Издательство ОрелГАУ, 2002. — 124 с.
6. Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д. Фитонцидные растения в интерьере (оздоровление воздуха с помощью растений) [текст] / Н.В. Цыбуля, Т.Д. Фершалова. — Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 2001. — 112 с.
7. Цыбуля Н.В., Якимова Ю.Л., Рычкова Н.А., Копылова Л.М. Об антимикробном действии некоторых тропических растений на микрофлору воздуха детских учреждений [текст] / Н.В. Цыбуля, Ю.Л. Якимова, Н.А. Рычкова, Л.М. Копылова. — Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1998. — 114 с.

E.S. CHUVASHEVA

PHYTONSIDES INFLUENCE OF DOMESTIC PLANTS ON A MAN

The green interiors appeared as the element of humans' culture corresponding to their esthetic demands. A man felt himself of an integral part of nature, he addressed it for healing, transferring a part of live nature to his home. This urge was intuitive.

Key words: *greening, atmosphere purification, air media, influence on organism.*

Е.И. ЮШКОВА, доцент, кандидат химических наук, профессор
кафедры фармакологии и биологической химии медицинского
института Орловского государственного университета
Тел. (4862) 76-09-60; kin1@orel.ru

А.А. ТАКАНАЕВ, профессор, доктор биологических наук, профессор
кафедры фармакологии и биологической химии медицинского
института Орловского государственного университета
Тел. (4862) 54-20-93 (дом.)

ВЕРМИКУЛЬТУРА КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ФАРМАКОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ

*Большой интерес исследователей вызывает изучение биологически активных веществ земляных червей — аналогов иммунной системы. Выделение и использование белков и пептидов из вермикультуры является актуальной и перспективной задачей. В связи с этим были получены белковые фракции из биомассы красного калифорнийского червя *Eisenia foetida* и проведено их тестирование на биологическую активность.*

Ключевые слова: вермикультура, биологически активные вещества, цитотоксический эффект, гемостатики, протеины.

В настоящее время пристальное внимание отечественных и зарубежных ученых привлекает вермикультура как уникальный источник биологически активных веществ. Высокая оценка дана веществам, полученным из биомассы дождевых червей, которые могут служить перспективным источником сырья для медицинских целей. Биомасса червя содержит полипептиды, белки, нуклеиновые кислоты, ферменты, витамины и др. Липидная фракция тканей богата фосфолипидами, содержит эфиры стероидов, оксистероиды, каротиноиды, триглицериды, жирные кислоты — как насыщенные (47–54%), так и ненасыщенные — моноеновые (до 23%), полиеновые (до 13%). Обнаружены существенные количества жирных кислот с разветвленными цепями, характерными для микроорганизмов (до 23%), а также кислоты с нечетным числом атомов (до 25%). Первые представляют собой монометилнасыщенные производные. Из ненасыщенных жирных кислот в наибольшем количестве представлены производные эйкозановой кислоты, стеариновой и пальмитиновой. Процент эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот до 12. Ряд из них обладает жаропонижающей активностью. Разветвленные молекулы тормозят липогенез, в частности десатуразу, среднецепочечные влияют на образование пролактина и гормона роста. Гамма-линоленовая стимулирует синтез простагландинов, участвующих в регуляции кровяного давления, синтезе холестерина.

В целомической жидкости дождевого червя находится более 40 протеинов, проявляющих ряд биологических эффектов: цитолитический, протеолитический, гемоагглютинирующий, противоопухолевый, антибактериальный, иммуногенный.

В 1991 году сотрудниками университета Мейи (Канагава, Япония) была опубликована статья, в которой описывается эффект ломбрицина, выделенного из кожи *L. Terrestris*, на рост спонтанно образующихся опухолей молочной железы у мышей. Эти данные открывают заманчивые перспективы разработки нового противоракового препарата на основе ломбрицина. Анализ литературных данных [1, 2] показал, что в США и Израиле препараты, полученные из дождевых червей, успешно используются для лечения онкологических заболеваний. В Китае экстракты из дождевых червей применяют для лечения глазных болезней, некоторых заболеваний кожи; в Японии на их основе получен препарат, регулирующий кровяное давление. Ведутся клинические испытания препаратов на основе азотистых веществ, экстрагированных из тканей червей, при лечении астмы, эпилепсии, гипертонии, паротита, экземе, мочекаменной болезни и рака. В Институте экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения РАН получен новый препарат «Вермин», применяемый для лечения псориаза, экземы, ожогов [3]. Выявлена противоопухолевая активность

«Вермина». Проходит клинические испытания препарат «Вермилат» — комплекс пептидов, выделенных из тканей червя *Esenia foetida* (патент Украины № 5743), проявивший себя как корректор метаболизма соединительной ткани; обладает противовоспалительным, гемопозитическим и коллагенопротекторным действием [4].

Однако, несмотря на положительные результаты, полученные российскими и зарубежными исследователями при изучении целебных свойств субстанций на основе дождевого червя, фармакологическая промышленность не использует этот нетрадиционный источник биологически активных веществ в достаточной степени.

Поэтому выделение и использование белков и пептидов из вермикультуры является актуальной и перспективной задачей. В связи с этим из биомассы красного калифорнийского червя *Esenia foetida* получен водный экстракт, который далее разделили на белковую, пептидную и низкомолекулярную фракции. Полученные фракции были испытаны на противоопухолевую активность в опытах *in vitro*. Тестирование на биологическую активность проведено по стандартным тестам. Цитотоксические эффекты белковых фракций исследовали на опухолевых клетках асцидной карциномы Эрлиха, взятые у мышей на 6–8-е сутки после инокуляции опухоли (табл. 1).

Таблица 1

Ингибирующее влияние препаратов на уровне синтеза ДНК и РНК в опухолевых клетках асцидной карциномы Эрлиха

№ п/п	Препараты	Доза, мг/мл	% ингибирования	
			ДНК	РНК
1	Препарат 1	60	42,2	63,5
		120	87,6	79,1
2	Препарат 2	60	43,4	100
		120	22,2	100

Как показали полученные данные, цитотоксическое действие проявляется в ингибировании синтеза РНК [5]. Фракция 2 полностью ингибирует синтез РНК в опухолевых клетках, а фракция 1 проявляет высокую цитотоксическую активность. Ингибирование синтеза РНК ведет к прекращению деления клеток и торможению роста опухоли.

Вторым направлением исследования является синтез гемостатиков на основе белковых фракций, полученных из вермикультуры. В частности, интересные гемостатические характеристики проявляет полимер, полученный на базе β -гексаметиленминакрилата. При внутривенном введении препарата дозой 10 мг/кг время свертываемости крови у крыс сокращалось через 30 минут на 53%.

При введении препарата в дозе 3 мг/кг время свертываемости крови сократилось через 30 минут на 37%. Установлено, что новый препарат не уступает по своей гемостатической активно-

сти дицинону, но действует в меньших дозах.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности данного направления и заслуживают дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Титов И.Н. Новые фармацевтические препараты из дождевых червей // Материалы II Международной научно-практической конференции «Дождевые черви и плодородие почв». — Владимир, 2004. — С. 56–59.
2. Биалов Ф.С., Офицеров Е.Н. Вермикомпостирование как раздел биотехнологии. Возможности и итоги последнего десятилетия: экология, медицина, сельское хозяйство // Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы сельскохозяйственной биотехнологии». Воронеж, 18–19 мая 2004 г. — М.: Златограф, 2004. — С. 8.
3. Характеристика иммунологических свойств препарата «Вермин»/Дис. ... канд. мед. наук / Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения РАН, 1999.
4. Кайдашев И.П., Грицай Н.Н., Катрушов А.А., Мищенко В.П., Цебржинский О.И. Биологическая активность пептидных комплексов, выделенных из молекул главного комплекса гистосовместимости // Материалы Международного симпозиума «Геронтологические аспекты пептидной регуляции функций организма». — СПб, 1996. С. 46–47, 138–139.
5. Юшкова Е.И., Таканаев А.А., Павловская Н.Е., Яровая М.А. Разработка биологически активных веществ на базе вермикюльтуры // Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции «Экология и жизнь». — Пенза, 2004. — С. 149–151.

E.I. YUSHKOVA, A.A. TAKANAEV

VERMICULTURE AS A SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FOR PHARMACOLOGY AND MEDICINE

The study of biologically active substances of worms — analogies of immune system arouses great interest of scientists. Isolation and usage of proteins and peptides from vermiculture is an actual and perspective task. In this connection, protein fractions of the red California worm *Esenia foetida* biomass was obtained and their testing of biological activity was carried out.

А.А. ТАКАНАЕВ,
Е.И. ЮШКОВА

ПРЕПАРАТЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЫТЯЖЕК ИЗ БИОГУМУСА

Многочисленными исследованиями установлено стимулирующее действие биогумуса на рост и развитие растений, повышение их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Высокая эффективность биогумуса связана не только с высоким содержанием гумуса и всех других элементов, необходимых для растений, но и с наличием богатейшей микрофлоры и физиологически активных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов и червей.

Биогумус является уникальным источником для производства препаратов биологической защиты различных видов сельскохозяйственных культур от грибковых и бактериальных заболеваний.

Ключевые слова: *биогумус, биологически активные вещества, ферменты, гумусовые кислоты, биологическая защита растений.*

Требования 21-го века в области экологического земледелия и охраны окружающей среды диктуют необходимость применения в сельском хозяйстве, промышленности и ремедиационных технологиях экологически чистых и безопасных природных веществ.

Многочисленными исследованиями установлено стимулирующее действие биогумуса на рост и развитие растений, повышение их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Препараты, полученные на основе биогумуса, повышают способность растений противостоять болезням, засухе, переувлажнению [1, 2, 3].

Высокая эффективность биогумуса связана не только с высоким содержанием гумуса и всех других элементов, необходимых для растений, но и с наличием богатейшей микрофлоры и физиологически активных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов и червей. Проходя через кишечник червей, органические отходы подвергаются биохимическим изменениям. Формируются гумусовые вещества, отличающиеся по химическому составу от того гумуса, который образуется в почве при участии только микрофлоры. В процессе прохождения через кишечник червей осуществляются механическое разрушение, мацерация фрагментов растительных тканей, склеивание их слизистыми выделениями, минерализация органики с высвобождением ряда элементов питания в подвижной форме [4, 5, 6]. Отмечено значительное увеличение в вермикомпосте сапрофитной микрофлоры по сравнению с исходным субстратом: аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов — в 4, 7, нитрифицирующих бактерий — в 2,1 раза [7].

Таким образом, в кишечнике червя активно протекают процессы, в результате которых осуществляется формирование молекул гумусовых веществ при активном участии симбиотических микроорганизмов и ферментов типа фенолоксидаз, выделяемых эпителиальными клетками. При переработке органических субстратов происходит не только новообразование низкомолекулярных форм гумусовых кислот, но и их полимеризация, увеличение степени ароматизации, что является признаком более зрелых стадий гумификации [8, 9].

Биогумус является не только ценнейшим органическим удобрением, но и уникальным источником для производства препаратов биологической защиты различных видов сельскохозяйственных культур от грибковых и бактериальных заболеваний. Препараты представляют собой продукты микробиологического метаболизма определенных штаммов микроорганизмов из биогумуса, являющихся антагонистами условно-патогенной и патогенной микрофлоры.

Препараты предназначены для многоцелевого использования: предпосевная обработка семян; внекорневая подкормка; опудривание семян и т.д. Особо эффективны они как средства, предотвращающие возникновение очагов заболеваний на посевах кормовых культур (кормовая свекла, картофель, кукуруза); зерновых культур (пшеница, ячмень, просо); плодово-ягодных кустарниках (черная и красная смородина, малина); декоративных культурах. Показана высокая степень защиты сельскохозяйственных культур от следующих грибковых заболеваний:

- широкого спектра корневых гнилей;
- гоммоза;
- ржавой головни;
- фузариозного увядания.

Полевые эксперименты показали, что исполь-

зование предпосевной обработки семян гороха растворами вытяжек из биогумуса снижает процент развития корневых гнилей и поражения тлей [10]. Прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 22,6 и 22,5% для растворов вытяжек биогумуса с концентрациями $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ и $1,5 \cdot 10^{-4}\%$ соответственно. Предпосевная обработка семян в сочетании с двухразовым опрыскиванием оказалась эффективнее: наблюдались полное подавление корневых гнилей, аскохитоза, развития тли, увеличение массы семян. Прибавка урожайности составила 30,6% и 91,9% для растворов вытяжек биогумуса с концентрациями $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ и $1,5 \cdot 10^{-4}\%$ соответственно по сравнению с контролем.

Препараты обладают стимулирующим эффектом, ускоряющим вегетационный период роста растений, способствующим укреплению корневой системы, повышающим выносливость и сохранность посевов и, как результат, увеличению урожайности. Так, например, обработка семян и опрыскивание растений растворами вытяжек биогумуса в концентрации $1,5 \cdot 10^{-4}\%$ повышает урожай картофеля на 40%, пшеницы — на 21,6% [10].

Препараты не оказывают вредного воздействия на человека, их применение не требует вложения дополнительных материальных средств, труда и мер защиты.

Возможно использование препаратов в комплексе со стабилизирующими микроудобрениями и комплексонатами. Остаточные продукты вышеперечисленного арсенала препаратов не накапливаются в почве, будучи полностью использованными растением в процессе роста и вегетации.

Использование этих препаратов в интеграции с полезными энтомофагами позволит почти полностью избавиться от химических мер защиты и гарантировать тем самым экологически чистое земледелие.

Библиографический список

1. Медведев С.В., Медведева Е.А. Эффективность биогумуса и гуминовых препаратов на комнатных растениях // Агро XXI. — 2004. — № 1. — С. 21–23.
2. Кощаев А.Г. Способ получения комбинированного бактериального удобрения для растений на основе биогумуса // Изобретение. Патент Российской Федерации RU2286974, 12.06.2004.
3. Смышляев Э.И., Косолапова А.И., Косолапов И.Н., Соловов П.В. Опыт применения гуминовых препаратов в Рязанской области // Материалы 2-й Международной науч.-практ. конф. «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 17–19 марта 2004 г. — Владимир, 2004. — С. 258–259.

4. Гайнулин Р.М. Влияние биогумуса на агрохимические свойства серой лесной почвы Предкамья // Агрохимический вестник. — 2002. — № 6. — С. 20–21.
5. Мельник И.А., Карпец И.П. Вермикультура и ее продукт биогумус // Сахарная свекла. — 1992. — № 1. — С. 36–40.
6. Павловская Н.Е., Таканаев А.А., Горькова И.В., Зотиков В.И., Ботуз Н.И. Перспективы использования дождевых червей в условиях Орловской области для рекультивации загрязнённых почв и получения биологически активных веществ на основе переработки гречихи и биогумуса // Материалы 2-й Международной науч.-практ. конф. «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 17–19 марта 2004 г. — Владимир, 2004.
7. Еськов А.И., Касатиков В.А., Русакова И.В. Агроэкологические аспекты производства и применения вермикомпостов // Материалы 2-й Международной науч.-практ. конф. «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 17–19 марта 2004 г. — Владимир, 2004.
8. Битюцкий И.А., Лукина Е.И., Паункевич В.Г. Влияние червей на трансформацию органических субстратов и почвенное питание растений // Почвоведение. — 1998. — № 3. — С. 309–315.
9. Битюцкий И.А., Кудряшева Н.В., Соловьева А.Н., Лукина Е.И. Влияние дождевых червей на доступность микроэлементов растениям // Материалы 2-й Международной науч.-практ. конф. «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 17–19 марта 2004. — Владимир, 2004.
10. Павловская Н.Е., Юшкова Е.И., Даниленко А.Н., Ботуз Н.И., Полозова Е.Ю., Борзенкова Г.А. Физико-химическая характеристика и биологическая активность биогумуса: Монография. — Орел: Издательство ОРАГС, 2007. — 140 с.

YUSHKOVA E.I., TAKANAEV A.A.

PREPARATIONS FOR PLANT PROTECTION ON THE BASIS OF EXTRACTS FROM BIOHUMUS

Numerous investigations gave defined a stimulating action of biohumus on growth and development of plants, increasing of their resistance to unfavourable factors of environment. Great biohumus effectiveness is provided not only by a high content of humus and other elements necessary for plants but by the presence of abundant microflora and physiologically active products of life activity of microorganisms and worms.

Biohumus is an unique source for the production of biological protection preparations of various agricultural plants against fungous and bacterial diseases.

МЕДИЦИНА

М.А. ЕВЗЕЛЬМАН, доктор медицинских наук, профессор кафедры
нервных болезней и клинических дисциплин
Орловского государственного университета, заведующий
нейрососудистым отделением МУЗ ГБ СМП им. Н.А. Семашко
ntb@orel.ru

Н.А. АЛЕКСАНДРОВА, медицинский институт ОГУ,
кафедра нервных болезней и клинических дисциплин
ГБСМП им. Н. А. Семашко
Nataliaix200957@mail.ru

М.А. МАКЕЕВА, врач-невролог нейрососудистого отделения
ГБСМП им. Н. А. Семашко
ntb@orel.ru

ГОЛОВНАЯ БОЛЬ ПРИ ОСТРЫХ НАРУШЕНИЯХ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Одной из частых причин симптоматической, или вторичной, головной боли являются сосудистые нарушения, связанные с органическими заболеваниями, патологическими структурными изменениями цереброваскулярной системы. Согласно классификации Международного общества по головной боли (1988), цефалгия, связанная с сосудистыми нарушениями, может наблюдаться при ТИА, инсультах, САК, артериальной гипертензии, венозных тромбозах и др. Развитие головной боли при ОНМК связано с нарушениями проходимости сосудов, спазмами артерий или колебаниями тонуса, недостаточностью тонуса вен, гемореологическими нарушениями с замедлением кровотока, ишемической гипоксией.

Ключевые слова: *цефалгия, транзиторные ишемические атаки (ТИА), субарахноидальные кровоизлияния (САК), инсульт, атеросклероз, артериальная гипертензия.*

Ведущей проблемой клинической медицины являются острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) в силу своей широкой распространенности и прогрессирующего роста, тенденции к омоложению. По данным ВОЗ, сосудистые заболевания головного мозга занимают по смертности третье место, уступая лишь сердечно-сосудистым заболеваниям и опухолевым процессам, а высокие показатели инвалидизации больных после перенесенного инсульта выдвигают их на первое место среди других причин утраты нетрудоспособности.

Увеличение доли пожилых лиц, нездоровый характер питания, курение и гиподинамия привели к растущей эпидемии артериальной гипертензии, гиперхолестеринемии, ожирения, сахарного диабета, инсульта, болезней сердца и когнитивных нарушений.

Во всем мире ежегодно инсульт становится причиной смерти 5,7 млн. человек и занимает второе место в структуре смертности после ишемической болезни сердца; кроме того, инсульт является основной причиной тяжелой инвалидизации среди лиц разного возраста и этнической принадлежности как у мужчин, так и у женщин во всех странах.

В отсутствие активных мер предполагаемая ежегодная смертность от инсульта в 2015 г. составит 6,7 млн. человек. При внедрении в медицинскую практику имеющихся в настоящее время методов лечения и профилактики удастся предотвратить 6 млн. смертей от инсульта в ближайшие 10 лет.

Одним из симптомов ОНМК является головная боль. Это одна из наиболее частых причин обращения пациентов за экстренной медицинской помощью. Первичная головная боль — хроническое состояние, проявляющееся множеством острых приступов. Вторичная головная боль — состояние, при котором головная боль

является вторичным проявлением основного патологического процесса, т.е. результатом заболевания, требующего как экстренной, так и долгосрочной помощи. Таким образом, головная боль имеет определенное значение для диагностики характера ОНМК, что в дальнейшем позволяет разработать лечебную тактику. Сравнительная характеристика головной боли при ОНМК дополняется клиническим обследованием, исследованием спинномозговой жидкости, инструментальными методами (рентгенография черепа, ЭЭГ, ЭхоЭГ, КТ, МРТ и др.).

Цель исследования: изучить клинические особенности головной боли при различных формах ОНМК.

Нами были проанализированы данные о наличии жалоб на головную боль у больных с ОНМК за три года (2006–2008), пролеченных в неврологическом отделении БСМП им. Н.А. Семашко г. Орла, ее особенностях и клинической характеристике (табл. 1).

Таблица 1

Виды ОНМК

Заболевание	Годы			Всего за исследуемый период
	2006	2007	2008	
ОНМК за исследуемый период	963 (32,6%)	1000 (33,9%)	990 (33,5%)	2953 (100%)
1. Инсульты	500 (16,9%)	441 (14,9%)	458 (15,5 %)	1399 (47,4 %)
1.1. Геморрагический инсульт	114 (3,9%)	84 (2,9 %)	77 (2,6 %)	275 (9,3 %)
1.2. Ишемический инсульт	386 (13 %)	357 (12 %)	381 (12,9 %)	1124 (38,1 %)
2. ПНМК	460 (15,6 %)	557 (18,8 %)	522 (17,7 %)	1539 (52,1 %)
2.1. ТИА	321 (10,9 %)	379 (12,8 %)	360 (12,2 %)	1060 (35,9 %)
2.2. Церебральный сосудистый криз	139 (4,7%)	178 (6 %)	162 (5,5%)	479 (16,2 %)
3. Последствия ОНМК	3 (0,1 %)	2 (0,1 %)	10 (0,3 %)	15 (0,5 %)

Определены клинические особенности головной боли при ОНМК за исследуемый период у 2953 пациентов (100%). Среди них с инсультом — 1399 чел. (47,4 %), в том числе с геморрагическими паренхиматозными поражениями — 275 чел. (9,3 %), с ишемическими поражениями головного мозга — 1124 чел. (38,1 %). ПНМК выявлялось у 1539 чел. (52,1 %), из них с ТИА — 1060 чел. (35,9 %), с церебральным сосудистым кризом — 479 чел. (16,2 %). С последствиями ОНМК было зафиксировано 15 чел. (0,5 %).

Генез головной боли при ТИА и инсультах достаточно сложен. Важную роль в нем играет не

только раздражение болевых рецепторов, находящихся в церебральных сосудах, но и поражения паренхимы мозга. Головная боль отмечалась при ТИА как в каротидном, так и в вертебрально-базиллярном бассейне. Характерным для данной патологии было сочетание цефалгии с такими субъективными ощущениями сосудистого генеза, как шум в голове, ушах, головокружение, зрительные нарушения и наличие объективной неврологической симптоматики.

Частота головной боли при ишемическом инсульте колебалась от 21 до 50% случаев. Голов-

ная боль при закупорке внутренней сонной и средней мозговой артерий локализовалась в лобно-глазничной или височно-теменной области. При поражении сосудов вертебрально-базилярного бассейна — в затылочно-шейной области, позади ушной области — иногда боль иррадиировала в область лба, глаз или приобретала гемикраническую локализацию. Интенсивность головной боли при мозговых инфарктах варьировалась.

При геморрагическом инсульте в генезе головной боли основное значение имеет повышение внутричерепного давления, обусловленное увеличением внутричерепного кровенаполнения из-за нарушения венозного оттока, пареза сосудов и вазогенного отека мозга. В этих случаях головная боль предшествовала инсульту, локализовалась преимущественно в области лба и затылка. Но чаще инсульт начинался с резкой головной боли (ощущения «удара в голову»), вслед за чем боль-

ной терял сознание. Многофакторный генез головной боли отмечается при кровоизлиянии в подпаутинное пространство: оболочечный, невралгический, гипертензивный, ангиодистанический. Сочетались раздражения, излившиеся кровью оболочек и чувствительных черепных нервов, повышение внутричерепного давления, регионарный парез сосудов, нередко возникающее осложнение — артериальный ангиоспазм. В этом случае головная боль отмечалась у 100 % больных с САК вследствие разрыва аневризмы и носила кинжальный, «нестерпимый» характер.

Полученные результаты позволили определить некоторые особенности головной боли при ОНМК, что способствовало ускорению и улучшению диагностики клинических форм указанной цереброваскулярной патологии с помощью сравнительной характеристики головных болей при ОНМК, а также назначения патогенетической терапии.

Библиографический список

1. Мочалов А. Д., Корноухов А. Е., Мясников И. Г. Сосудистая головная боль. Диагностика и лечение. Пособие для врачей. — Н. Новгород: Изд-во Нижегородской государственной медицинской академии, 2003. — С. 44–72.
2. Инсульт клин. Руководство / Михаэль Г. Хеннеречи, Жульен Богуславски, Ральф Л. Сакко; пер. с англ.; под общ. ред. чл.-корр. РАМН В.И. Скворцовой. — 2-е изд. — М.: Медпресс-информ, 2008. — С. 64–87.
3. Инсульт. Принципы диагностики, лечения и профилактики / Под ред. Н.В. Верещагина, М.А. Пирадова, З.А. Суслиной. — М.: Интермедика, 2002. — С. 128–147.
4. Первичные головные боли. Практическое руководство / В.В. Осипова, Г.Р. Табеева. — М.: ООО «ПАГРИ-Принт», 2007. — С. 6–19.
5. Брильман Джон, Коэн Скотт. Неврология; пер. с англ. — М.: Медпресс-информ, 2007. — С. 50–59.
6. Виберс Д., Фейгин В., Браун Р. Руководство по цереброваскулярным заболеваниям; пер. с англ. — М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 1999. — С. 209–225.
7. Хачински В. Всемирный день борьбы с инсультом, 2008: «Малые инсульты, большие проблемы» // Stroke, журнал Российской национальной ассоциации борьбы с инсультом. — 2008. — № 6. — С. 4.
8. Хачински В. Официальная декларация во Всемирный день борьбы с инсультом // Stroke, журнал Российской национальной ассоциации борьбы с инсультом. — 2008. — № 6. — С. 5–6.

M.A. EVSELMAN, N.A. ALEKSANDROVA, M.A. MAKEEVA

HEADACHE WITH A STROKE DISCIRCULATION OF BLOOD

One of the main systematic and systematic and symptomatic or repeated headache is vascular disfunction, connected with organic deseanses, patalogical and structural changes of cerebrovascular system. According to classification of International society of headache (1988), cephalgy connected with vascular disorders. Can be seen at TIA, at strokes, SAK, arterial hypertension, venus thromboses and so on. The development of headache with ONMK is connected with disorders of permeability of vessels, spasm of vena homoreological disfunctions with slow direvation of blood, ishamic hypoksia.

Key words: cephalgy, TIA, SAK, stroke, ateroskleros, arterial gipertensia.

М.А. МАКЕЕВА, врач-невролог нейрососудистого
отделения ГБСМП им. Н. А. Семашко
ntb@orel.ru

М.А. ЕВЗЕЛЬМАН, доктор медицинских наук, профессор кафедры
нервных болезней и клинических дисциплин медицинского института
Орловского государственного университета, заведующий
нейрососудистым отделением МУЗ ГБ СМП им. Н.А.Семашко
ntb@orel.ru

А.П. ЯКОВЛЕВ, доктор медицинских наук, профессор кафедры
нервных болезней и клинических дисциплин медицинского института
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 43-21-82

Н.А. АЛЕКСАНДРОВА

РЕОЛОГИЯ И ИНСУЛЬТ

В работе представлены данные о нарушении реологических свойств крови у больных в острой стадии инсульта вне зависимости от его характера. У пациентов имели место нарушения в свертывающей и противосвертывающей системе гемостаза. Наибольшей информативностью обладали тесты ПТВ, ТВ, АЧТВ, количество тромбоцитов, фибриноген. Результаты этих тестов должны быть использованы врачами для лечения нарушений реологии у больных с инсультом.

Ключевые слова: инсульт, реология, тесты, атеросклероз.

Проблема сосудистых и в первую очередь ишемических заболеваний головного мозга остается приоритетной для неврологии и медицины в целом в связи с чрезвычайно широкой распространенностью и продолжающимся ростом заболеваемости, а также высокими показателями инвалидизации и смертности.

В России ежегодно возникает около 400 тыс. инсультов. Среди них чаще встречаются ишемические инсульты (около 80% всех случаев инсульта). Заболеваемость и смертность от инсульта остаются в России одними из самых высоких в мире.

По данным регистра инсульта Национальной ассоциации по борьбе с инсультом (НАБИ), заболеваемость первичным инсультом находится на высоком уровне и имеет неуклонную тенденцию к росту. Остается высокая смертность от инсульта (1,28), летальность составляет 40,4%, из них 21,85% при ишемических инсультах, 61,45% — при кровоизлиянии в мозг [9].

Концепция гетерогенности ишемических нарушений мозгового кровообращения обозначила многообразие причин и механизмов церебральной ишемии, определяющих чрезвычайный полиморфизм структурных поражений головного мозга и соответствующих клинических проявлений.

Одним из важнейших факторов, имеющих прямое отношение к детерминированию особенностей кровообращения в любых органах и тканях, является сама кровь, ее морфологические и функциональные характеристики. Еще знаменитый патологоанатом XIX века Р. Вирхов обосновал этиопатогенетическую триаду тромбозов: повреждение сосуда, изменение состава крови, замедление кровотока (1845–1856 годы).

В патогенезе ишемических инсультов большую роль отводят нарушениям реологических свойств крови. При наблюдении у 80% больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения имелись расстройства в системе гемостаза, поэтому знание неврологов о специфических изменениях гемостаза необходимо для того, чтобы уметь применить адекватные методы и способы терапии этих нарушений.

Изменения сосудистой стенки, особенно изменения эндотелиоцитов сосудистой интимы на фоне атеросклеротических бляшек и диффузных липидных эндотелиальных нарушений, могут явиться пусковым механизмом сосудисто-тромбоцитарных расстройств и развития тромбозов в кровеносном русле. Гемокоагуляция начинается с активации фактора XII с последующей активацией других факторов, с высвобождением фактора III тромбоцитов, в результате чего через ряд промежуточных факторов образуется тромбопластин и начинается ферментативный процесс, приводящий к выпадению нитей фибрина и формированию фибринового сгустка [1, 7].

Условно процесс свертывания можно разделить на три перекрывающие друг друга фазы. 1-я фаза — инициации процесса свертывания. После повреждения эндотелия кровь контактирует с клетками субэндотелия. Тканевой фактор, фиксированный на мембране этих клеток, образует комплекс с плазменным ф. VII. Этот комплекс активирует ф. X. Ф. Ха на поверхности субэндотелия образует комплекс со своим кофактором ф. Va. Сформировавшийся протромбиназный комплекс приводит к образованию незначительного стартового количества тромбана. Одновременно с ф. Ха комплекс ТФ — ф. VII а активирует ф. IX.

2-я фаза — усиление процесса свертывания крови. Ф. IX преодолевает расстояние между мембраной клеток субэндотелия и мембраной активированного и адгезированного тромбоцита. Там он

фиксируется на тромбоцитарном ф. 3 и образует с ф. VIII а теназный комплекс.

Адгезированные к субэндотелию в области повреждения сосуда тромбоциты активируются тромбином. Тромбоциты имеют несколько рецепторов для тромбина, при этом активируются ф. VIII, который формирует теназный комплекс, ф. V, формирующий протромбиназный комплекс. Тромбином также активируется ф. XI. Активированные тромбоциты экспонируют на своей поверхности тромбоцитарный фактор 3, тромбоцитарный тромбопластин, специфические рецепторы к различным факторам свертывания крови, а также секретируют содержимое гранул, увеличивая локальную концентрацию прокоагулянтов.

3-я фаза — распространение процесса свертывания крови. В этой фазе заканчивается формирование теназного комплекса, активированные факторы в этом комплексе защищены от инактивации. В результате образуется значительное количество тромбина, достаточного для формирования тромба. Тромбин активирует ф. XIII, тромбин-активируемый ингибитор фибринолиза, что позволяет сформироваться плотному гемостатическому тромбу. Тромбоцитарный фактор 4 локально ингибирует гепарин и гепарансульфаты, усиливающие процесс свертывания крови. Полноценный гемостатический тромб формируется через 10–15 минут. Образовавшийся фибриногеновый сгусток надежно тромбирует поврежденный участок сосуда.

Предотвращение дальнейшего нарастания тромба обеспечивается значительной активацией антикоагулянтной системы крови. После ретракции сгустка начинается его лизис при активации фибринолитической системы, расщепляющей фибрин [4, 5, 6].

Система гемостаза в нормальных условиях находится в состоянии динамического равновесия. При ишемических инсультах возникает нарушение баланса между свертывающей и противосвертывающей системой, активируется коагуляционное звено гемостаза, также одновременно повышается активность фибринолитической системы и атеромогенная активность сосудистой стенки, что называется гемостатической активацией, нарушается гемостатический потенциал. В ответ на активацию коагуляционной системы активируется фибринолитическая или плазминовая система, вызы-

вающая расщепление фибриногена или фибрина. При этом существует тесная связь факторов коагуляции и фибринолиза с тромбоцитарным гемостазом, но кровяные пластинки способны к относительной «самостоятельности», и обязательного параллелизма в их изменениях нет [2, 3, 8]. Некоторые параметры гемореологии имеют прогностическое значение и могут рассматриваться как маркеры прогрессирования цереброваскулярного заболевания и как факторы риска развития повторных ишемических инсультов.

Повышение уровней D-димера и растворимых комплексов фибрин-мономера является наиболее значимым критерием для выявления пациентов с повышенным риском смертности от инсульта.

Возникшие в мозговой ткани очаги ишемии также оказывают воздействие на гемореологию, усиливают гемостатическую активацию в региональной и общей системе циркуляции, что углубляет процесс истощения атромбогенного потенциала сосудистой стенки и способствует прогрессированию ишемии мозга.

При ишемии мозга возникают:

- 1) нарушение внутри системы гемореологии;
- 2) развитие компенсаторных реакций;
- 3) истощение компенсаторных возможностей;
- 4) восстановление внутри системы, но на другом уровне.

От совершенства функционирования системы гемостаза зависит эффективность кровоснабжения головного мозга.

В нейрососудистом отделении городской больницы скорой медицинской помощи им. Н.А. Семашко г. Орла за период с 2002 по 2007 г. прошло 2756 больных с острым нарушением мозгового кровообращения, из них 589 — с геморрагическим инсультом и 2167 — с ишемическим инсультом. Для диагностики нарушений реологических свойств крови проводилось лабораторное обследование у всех больных с острым нарушением мозгового кровообращения, использовались такие показатели крови, как уровень тромбоцитов, протромбиновое время (ПВ), тромбиновое время (ТВ), активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), уровень фибриногена, фибринолитическая активность. Если преобладали процессы фибринолиза, то удлинялись ТВ, ПВ,

АЧТВ, повышалась фибринолитическая активность. Если преобладала коагуляция, то укорачивались ТВ, ПВ, АЧТВ, увеличивалось количество тромбоцитов.

У 80% больных ишемические нарушения мозгового кровообращения в большинстве случаев развивались на фоне атеросклероза, артериальной гипертензии, сахарного диабета или их сочетания. Эти процессы приводили к изменению гемореологии, гемостаза и атромбогенной активности сосудистой стенки. Наступала активация коагуляционного звена гемостаза, повышалась активность фибринолитической системы и атромбогенной активности сосудистой стенки.

У больных с ишемическим инсультом ухудшались гемореологические параметры, а также изменялись основные показатели гемостаза: повышалась прокоагулянтная активность крови, снижалась активность антикоагулянтной и фибринолитической систем, уменьшался атромбогенный резерв сосудистой стенки.

Для больных с атеротромботическим подтипом ишемического инсульта (у 60% больных) было характерно ухудшение реологии крови (увеличение свертывающих и уменьшение противосвертывающих, фибринолитических свойств), а также уменьшение антиагрегационной, антикоагулянтной, атромбогенной активности сосудистой стенки. При кардиоэмболическом подтипе инсульта (у 15% больных) имелось значительное повышение свертывающих свойств крови при повышении фибринолитического звена атромбогенной активности сосудистой стенки. При гемодинамическом подтипе ишемического инсульта (у 10% больных) имелось незначительное изменение противосвертывающей системы крови, сочетающееся с выраженными изменениями реологических, свертывающих и фибринолитических свойств крови и резким снижением атромбогенной активности сосудистой стенки. При лакунарных инфарктах (у 10% больных) отмечалась относительная стабильность и умеренность гемореологических, гемостатических изменений, а также состояния атромбогенной активности сосудистой стенки.

Все подтипы ишемического инсульта развиваются на фоне церебральной ангиопатии. Ишемический инсульт по типу гемореологической ми-

кроокклюзии (у 5% больных) развивался на фоне минимальной выраженности ангиопатии при наличии выраженных гемореологических нарушений.

При первичном инсульте в острейшем периоде происходила гемостатическая активация тромбоцитарного звена гемостаза при выраженном дисбалансе в антикоагулянтных и фибринолитических системах, при повторном инсульте изменения клеточного гемостаза были минимальны при усилении активации плазменного гемостаза. В восстановительном периоде инсульта — при сохранении повышенной активации тромбоцитов и фибриногенемии, нарушении фибринолиза, при выраженных морфологических изменениях сосудов и сочетании с уменьшением атромбогенных свойств сосудистой стенки, что являлось прогностически неблагоприятным. Выход из острого периода инсульта происходил за счет чрезвычайного напряжения защитных компонентов свертывающей и противосвертывающей систем, особенно фибринолиза. Срыв внутри систем усугублял цереброваскулярную недостаточность.

У всех больных с ишемическим инсультом определялись в крови повышение содержания эритроцитов, тромбоцитов, фибриногенемия (100% больных), уровень его концентрации имеет определенное прогностическое значение для исхода инсульта. В резидуальном периоде, особенно при повторных ишемических инсультах, прогностическую значимость

приобретал изначальный уровень фибрина в крови.

Даже краткое перечисление ведущих компонентов, вовлекаемых организмом в систему гемостаза и гемодилюции, делает понятным необходимость подробнейшего изучения показателей свертывающей и противосвертывающей систем крови у больного с инсультом, обязательное включение в комплекс интенсивной терапии средств, способствующих поддержанию естественных механизмов гемостаза, при истощении — использование средств и методов заместительной терапии.

Анализ приведенных нами данных по изучению нарушений реологических свойств крови у больных с острым инсультом показал необходимость знания изменений реологии крови с целью назначения правильного патогенетического лечения у больных с острым инсультом.

Можно заключить, что вариабельность изменений гемореологии, гемостаза и атромбогенной активности сосудистой стенки на различных стадиях ишемических цереброваскулярных заболеваний определяет необходимость дифференцированных гемангиокорректорных мероприятий, позволяющих оптимизировать лечение больных с ишемическими нарушениями мозгового кровообращения различного генеза. Для повышения эффективности терапии рекомендуется прием комплекса препаратов с различными механизмами действия.

Библиографический список

1. Долгов В.В., Свириг П. В. Лабораторная диагностика нарушений гемостаза. — М., 2005. — С. 72–74.
2. Ионова В.Г., Суслина З.А. Реологические свойства крови при ишемических нарушениях мозгового кровообращения // Неврологический журнал. — 2002. — № 3. — С. 4–9.
3. Левтов В.А., Регирер С.А., Шадрин Н.Х. Реология крови. — М.: Медицина, 1982.
4. Суслина З.А., Танашиян М.М., Ионова В.Г. Ишемический инсульт: кровь, сосудистая стенка, антитромботическая терапия. — М.: Мед. книга, 2004.
5. Суслина З.А. Очерки ангионеврологии. — М.: Атмосфера, 2005. — С. 130–142.
6. Танашиян М.М., Суслина З.А., Ионова В.Г. и др. Гемореология и гемостаз у больных с ишемическим инсультом при различной степени поражения магистральных артерий головы // Неврологический журнал. — 2001. — № 6. — С. 17–21.
7. Ткачук В.А. Клиническая биохимия. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. — С. 167–274.
8. Федин А.И., Румянцев С.А. Интенсивная терапия ишемического инсульта. — М., 2004. — С. 54–68.
9. Шнайдер Н.Ф., Никулина С.Ю. Инсульт. — Ростов-на Дону: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2007. — С. 6–9.

M.A. MAKEYEVA, M. A. EVZELMAN, A.P. YAKOVLEV, N.A. ALEKSANDROVA
REOLOGY AND STROKE

In this work the facts about the discirculation of reological peculiarities of blood of patients in the acute stage of stroke, without taking into consideration its character are presented. The patients are observed with discirculation of coagulation and anticoagulation systems of hemostasis. The most informational tests were PTV, TV, ACHTV, of quantity of trombozhitov, phibrinogen. The results of these tests should be used by the doctors for treatment of impatience of hemoreology of patients with a stroke.

Key words: stroke, reology, tests, phibrinogen, atherosclerosis.

Ю.А. АМЕЛИНА, врач-невролог нейрососудистого отделения МУЗ
ГБ СМП им. Н.А.Семашко
ntb@orel.ru

М.А. ЕВЗЕЛЬМАН, доктор медицинских наук, профессор кафедры
нервных болезней и клинических дисциплин медицинского института
Орловского государственного университета, заведующий
нейрососудистым отделением МУЗ ГБ СМП им. Н.А.Семашко
ntb@orel.ru

Т.М. АМЕЛИНА, врач клинико-лабораторной диагностики
МУЗ ГБ СМП им. Н.А.Семашко
ntb@orel.ru

ГОМЕОСТАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ

В работе представлены данные об изменении гемореологических показателей у больных в острой стадии инсульта по данным клинико-лабораторных показателей (Er, Tr, Ht, ВСК, АЧТВ, МНО, ПВ, ПИ). Выяснено, что при адекватной и своевременной антиагрегантной и антикоагулянтной терапии показатели реологии крови на 14–21-е сутки нормализуются, что в большинстве случаев позволяет выписывать пациентов с регрессом неврологической симптоматики.

Ключевые слова: инсульт, гемореология.

У больных с ишемическим инсультом установлены патологические изменения в системах гемореологии и гемостаза, указывающие на напряженность и однонаправленность адаптивных механизмов. Каждому периоду инсульта свойственны определенные изменения макро- и микрореологических характеристик.

Основными гемореологическими детерминантами являются величины, характеризующие вязкость крови и плазмы, концентрацию форменных элементов крови, их агрегационно-деформационные свойства, содержание крупномолекулярных белков. В связи с этим первоочередным является исследование общего анализа крови с определением объемных показателей эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, тромбоцитов.

Эритроциты занимают около 45% объема циркулирующей крови, их агрегация и деформируемость влияют на микроциркуляцию. При гемолизе эритроцитов высвобождается значительное количество АДФ, способствующей агрегации тромбоцитов, которым принадлежит главная роль в первичном гемостазе. Гемоконцентрация может быть обусловлена потерей жидкости и электролитов либо недостаточным их поступлением в организм. От количества и объема эритроцитов зависит гематокрит, указывающий на необходимость проведения гемодилюции. Для коррек-

ции этих состояний применяется нормоволемическая или гипervолемическая гемодилюция, которую необходимо проводить под лабораторным мониторингом.

У 40% обследуемых больных в первые сутки инсульта количество тромбоцитов вследствие их адгезии и агрегации снижалось почти в 2 раза, эритроциты и гематокрит увеличивались, ВСК укорачивалось до 3–4 мин. При лечении прямыми антикоагулянтами примерно на 7-е сутки тромбоциты резко увеличивались, эритроциты снижались, ВСК удлинялось. Гематокрит у половины обследуемых пациентов сохранялся на высоком уровне и нормализовался, как и тромбоциты, на 14–21-е сутки от начала развития инсульта.

Приблизительно у 80% больных, поступивших в первые часы развития инсульта, отмечалась гликемия, превышающая нормальные показатели сахара крови на 2–3 ммоль/л выше верхней границы, у больных, страдающих сахарным диабетом, уровень сахара крови повышался до 18–20 ммоль/л. Изменения показателей крови на разных сроках лечения прослеживаются на клиническом примере.

Больная Т., 60 лет, поступила в первые 6 часов от начала развития ишемического инсульта. На фоне проведения антиагрегантной и антикоагулянтной терапии удалось улучшить гемореологические показатели (табл. 1). Нормализация показателей крови позволила выписать больную на 15-е сутки с полным регрессом неврологической симптоматики.

Таблица 1

Показатели крови	1-е сутки	7-е сутки	14-е сутки
Эритроциты	5,57 X10 ¹²	5,38X10 ¹²	5,0X10 ¹²
Тромбоциты	180X10 ⁹	315X10 ⁹	280X10 ⁹
Гематокрит	56,3%	48,8%	44,2%
Сахар крови (ммоль/л)	8,3	5,6	5,7

При всех подтипах ишемического инсульта выявляется дисбаланс в системе гемостаза, вызывая гиперкоагуляцию с последующей дискоагуляцией. Активация внутреннего механизма

свертывания крови через плазменные факторы контакта XII и XI, агрегация форменных элементов крови в ишемизированной области мозга с высвобождением клеточных тромбоцитарных факторов — АДФ, серотонина — ведут к развитию множественных тромбов. В норме на всех этапах свертывания крови функционируют механизмы самоограничения этого процесса за счет наличия в плазме крови естественных антикоагулянтов: антитромбина-III, гепарина, протеинов С и S.

В остром периоде инсульта активность антитромбина-III резко снижается, значительно возрастают белки острой фазы, СРБ, фибриноген, высвобождается полипептид А и в крови появляются продукты деградации фибрина. ФА укорачивается, время лизиса эуглобулинового сгустка удлинняется. При лечении гепарином необходим контроль АЧТВ. В остром периоде инсульта до лечения АЧТВ укорачивается, протромбиновый индекс высокий. Лечение инсультов в более поздние сроки с применением антикоагулянтов быстрого непрямого действия (фенилин, варфарин, пелентан) проводится под контролем ПВ и МНО. Эти лабораторные показатели оценивают внешний механизм активации протромбина и зависят от V, VII, X факторов и фибриногена.

Высокие показатели вязкости крови, гематокрита, тромбоцитов, сниженные эритроциты в связи с их ускоренной агрегацией и слабой деформируемостью, высокий фибриноген, появление Д-димеров являются предвестниками развития ДВС-синдрома, лабораторными маркерами которого являются этаноловый и протаминсульфатный тесты.

За 2008 год пролечен 381 больной с ишемическим инсультом, которым проведено 1124 исследования системы гемостаза. Эффективность антикоагулянтной и антиагрегантной терапии можно проследить на следующем клиническом примере.

Больная Н., 70 лет, поступила 18.02.2008 г. через 3 часа с начала развития ишемического инсульта. Проводилась антикоагулянтная терапия: гепарин 5 т. ЕД х 4 раза подкожно в течение 6 дней с последующим снижением гепарина до 2,5 т. ЕД х 4 раза в день в течение 7 дней; при-

менение антиагрегантов: кардиомагнил — 75 мг
ежедневно вечером, трентал — 5,0 х 2 раза в день

в/венно 7 дней, что позволило изменить показатели системы гемостаза к 7–14 дню.

Таблица 2

	Норма	1-е сутки	7-е сутки	14-е сутки
Протромбиновое время — ПВ (сек.)	11,5–15,0	12,8	14,4	16,2
Международное нормализованное отношение (МНО)	0,95–1,2	0,94	1,16	1,28
Фибриноген — ФГ (г/л)	2,0–4,0	9,5	8,5	7,0
Активированное частичное тромбопластиновое время — АЧТВ (сек.)	35–45	32,0	43,2	37,4
Протромбиновый индекс, %	85	107	96	84

Существенным образом на развитие инсульта влияет гиперхолестеринемия, и при концентрации общего холестерина выше 6,5 мм/л необходимо исследовать ЛПВП-холестерина, ЛПНП и триглицериды, величина которых прямолинейна агрегации тромбоцитов.

При лечении больных с ишемическим инсультом необходима оценка кислотно-основного состояния крови (КОС): pH, pO₂, pCO₂, своевре-

менный контроль и коррекция буферных емкостей.

Таким образом, зависимость и вариабельность между отдельными показателями крови, их изменения в динамике острых и резидуальных инсультов с наличием факторов риска и с различными структурными изменениями магистральных артерий головы могут способствовать углублению представлений о взаимосвязи систем крови и выработке правильной тактики фармакологической гемокоррекции.

Библиографический список

1. Суслина З.А., Танаашян М.М., Ионова В.Г. Ишемический инсульт: кровь, сосудистая стенка, антитромбическая терапия. — М., 2005.
2. Виленский Б.С. Инсульт. — С.-Петербург, 1995.
3. Скворцова В.И., Евзельман М.А. Ишемический инсульт. — Орел, 2006.

YU.A. AMELINA, M.A. EVZELMAN, T.M. AMELINA

HOMEOSTATIKAL CHANGES AT STROKE

In the facts about of homoreologikal results of patients in the acute and most acute phases of stroke under results of clinical- laboratory fakt (Er, Tr, Ht, VSK, AChTV, MNO, PV, PI) are presented. It is cleared ont that at efficiently and in time made antiaggregational and anticoagulantial therapy, the factors of reology of blood in 14–21 days come to normal status. In most cases this fact help to make patients free with the regress of nevrological symptoms.

О.А. БУВИНА, медицинский институт ОГУ,
кафедра нервных болезней и клинических дисциплин
ГБСМП им. Н. А. Семашко
ntb@orel.ru

М.А. ЕВЗЕЛЬМАН
ntb@orel.ru

СИСТЕМА РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОСТРЫЙ ПЕРИОД ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ИНСУЛЬТА

Ранняя стационарная реабилитация является основой улучшения функционального восстановления больных с церебральным инсультом. План активизации больного приносит положительные результаты в лечении сосудистых больных.

Ключевые слова: инсульт, реабилитационные мероприятия, кинезотерапия, мультидисциплинарная бригада, онтогенетический подход.

Проблема совершенствования помощи при церебральном инсульте является важнейшей в клинической медицине в связи с широкой распространенностью, высоким уровнем летальности, значительными инвалидизацией и социальной дезадаптацией перенесших церебральный инсульт пациентов. Более 80% больных после церебрального инсульта становятся инвалидами, 55% больных не удовлетворены качеством своей жизни, и менее 15% пострадавших могут вернуться к своей работе.

Нарушения мозгового кровообращения (инсульты) являются одной из наиболее частых причин инвалидизации и смертности среди населения. По данным статистики, в России ежегодно происходит более 400 тыс. инсультов. Больные, пережившие инсульт, нуждаются в проведении разнообразных реабилитационных мероприятий, наблюдении со стороны участковых или семейных врачей, невролога поликлиники, опеке социальных органов, заботе со стороны родных и близких. Только совместные усилия реабилитологов, врачей поликлиник, социальных работников, родных и близких позволят больным после инсульта восстановить полностью или частично нарушенные функции, социальную активность (а в значительной части случаев и трудоспособность), приблизить качество жизни к доинсультному периоду.

Острые нарушения мозгового кровообращения сокращают длительность предстоящей жизни мужчин на 1,62–3,41, а женщин на 1,07–3,02 года. Несмотря на достигнутые в последние годы успехи в лечении больных с ОНМК, приведшие к значительному снижению летальности, одной из ведущих проблем при данном заболевании остается высокий процент инвалидности (до 80%). В связи с этим актуальным вопросом является повышение эффективности и дальнейшее совершенствование системы нейрореабилитации.

Из клинической практики хорошо известно положительное влияние различных экзогенных воздействий (физических упражнений, медикаментозной терапии, электро-

стимуляции) на восстановительный процесс. Учитывая, что пластичность головного мозга включает процессы различных уровней функционирования, подходы к восстановительному лечению строятся от ультраструктурного воздействия (медикаментозной терапии) к системному и межсистемному (лечебной физкультуре, эрготерапии, психотерапии).

Основным методом реабилитации больных с двигательными нарушениями является кинезотерапия, которой начинают заниматься с больным уже в остром периоде инсульта, как только позволит его общее состояние, состояние сознания и гемодинамики. Ее следует рассматривать как биологический раздражитель, стимулирующий процессы роста, развития и формирования организма [4].

Реабилитационные мероприятия, начатые в острейшем периоде инсульта, включают восстановление способностей и навыков, которыми обладал больной до инсульта, и максимально возможную реинтеграцию больного в общество. Реабилитационные мероприятия включают:

- 1) методы, способствующие уменьшению неврологических, психологических и когнитивных нарушений;
- 2) методы, направленные на восстановление повседневной активности;
- 3) профилактику вторичных осложнений;
- 4) рекомендации, связанные с восстановлением профессиональных навыков, а также организацией труда и отдыха, которая призвана ускорить восстановление социальной активности [3].

Кинезотерапия — это лечебные движения, направленные на разработку и улучшение подвижности крупных и мелких суставов, сегментов позвоночника, увеличение эластичности сухожилий, мышечной ткани. Рекомендуются как эффективнейшая восстановительная методика для пациентов, перенесших инсульт, черепно-мозговую травму, страдающих расстройствами центральной и периферической нервной системы [1].

Основой двигательной реабилитации является онтогенетический подход к выбору средств, форм и методов кинезотерапии индивидуально для каждого больного. Это позволяет больному заново

пройти онтогенетический процесс становления моторики.

Опыт последних лет показал, что для восстановления функции нервной системы необходимо восстановить глубокие мышцы и связки. А для формирования этих мышц необходимо приступить к специальным физическим тренировкам. Специалистам-неврологам известно, что при адекватной физической тренировке нормализуются сосудистые и неврологические расстройства как в области позвоночника, так и в конечностях [5]. И как следствие — происходит улучшение кровоснабжения поражённых болезнью участков. А это, в свою очередь, восстанавливает обменные процессы, способствует уменьшению отёчности и инфильтрации в зоне поражения, устраняет воспалительный процесс. Также при адекватной физической нагрузке организм резко увеличивает продукцию веществ, которые являются основными в системе контроля боли (естественные анальгетики — эндогенные морфиноподобные вещества) [2].

Помимо этого необходимо подчеркнуть, что в процессе движения поток нервных импульсов, идущих от проприорецепторов опорно-двигательного аппарата, вовлекает в ответную реакцию все звенья нервной системы, включая кору головного мозга. Целенаправленное применение кинезотерапии выравнивает динамику основных нервных процессов — возбуждения и торможения.

Процессы пластичности активируются под влиянием окружающей среды, в особенности насыщенной стимулирующими объектами, что определяет необходимость активного внедрения методов ранней реабилитации в восстановительный процесс [8]. Положительную роль при этом играет двигательная мобилизация. В целом ранняя реабилитация в большей степени направлена на двигательную сферу, это определяется не только ее воздействием на пластичность, но и тем, что: 1) двигательные расстройства наблюдаются у более чем 85% больных инсультом; 2) они в большей степени мешают самообслуживанию; 3) двигательная функция является наиболее подвижной, она быстро нарушается при снижении мозгового кровотока и так же быстро может восстанавливаться; 4) неравномерное восстановление отдельных мышц приводит к развитию патологических двигатель-

ных паттернов, что определяет необходимость контроля за процессом восстановления движений; 5) на моторику можно воздействовать с периферии через интернейроны спинного мозга как методами кинезотерапии, так и сенсорными стимулами; 6) воздействие на двигательную сферу будет способствовать нормализации и других функций, так как одни и те же транзиттеры принимают участие в передаче информации в двигательной, чувствительной, когнитивной системах [7].

Палаты ранней реабилитации в неврологическом отделении для обеспечения подхода к больным со всех сторон оснащены функциональными кроватями, специальными противопролежневыми матрацами, функциональными прикроватными столиками, приспособлениями для укладки и перекладывания больных. В отделении предусмотрены приспособления для обучения больного самообслуживанию.

При лечении положением парализованным конечностям и телу придается правильное положения (корректирующие позы) в течение того времени, когда больной находится в постели или в положении сидя.

Лечение положением проводится всем больным вне зависимости от тяжести состояния с первых часов инсульта, поэтому мы применяем его в блоке интенсивной терапии, куда первоначально поступают большинство больных инсультом. Лечение положением включает: укладку парализованных конечностей на одном уровне в горизонтальной плоскости при положении пациента на здоровом боку, что обеспечивает равномерную гравитационную нагрузку на конечности; положение на парализованной стороне; укладку в положении, противоположном позе Вернике – Манна; положение на животе без подушки [9]. Если же больной лежит на спине, то паретичное плечо должно быть поддержано подушкой (высотой 2–3 см), под ягодицей с пораженной стороны должна находиться

плоская подушка, чтобы «больная» нога не была развернута кнаружи. В настоящее время нецелесообразным считается упор паретичной стопы, а также распластывание кисти руки под мешочком с песком, приводящие к нарастанию мышечного тонуса из-за механического растяжения мышц.

Несмотря на свою простоту, правильное выполнение ЛП способствовало: снижению мышечной спастичности, выравниванию асимметрии мышечного тонуса, восстановлению схемы тела, нормализации глубокой чувствительности, снижению патологической активности с тонических шейных и лабиринтных рефлексов, предупреждению развития контрактур, болевого синдрома, патологических установок в конечностях и туловище. Так как положение больного меняется каждые 2–3 часа, то лечение положением выполняет также функции профилактики пролежней, тромбофлебита, пневмонии.

Специальные упражнения позволяют воздействовать на конкретные мышцы или группы мышц, увеличивая их силу и облегчая деятельность пациента в повседневной жизни.

За период 2005–2007 гг. в неврологическом отделении ГБСМП им. Н. А. Семашко пролечен 4161 больной, из них с цереброваскулярными заболеваниями — 3143, что составляет 75%. Больных с острыми инсультами было 1373, из них с геморрагическим — 276, с ишемическим — 1127. При поступлении всем больным врачом-кинезотерапевтом был составлен план реабилитационных мероприятий, включающий в лечебный процесс всех членов мультидисциплинарной бригады, что позволило у 60% больных отмечать улучшение неврологических и когнитивных функций и способствовало восстановлению повседневной активности.

Таким образом, вовремя начатая и правильно организованная реабилитация больных после инсульта способствует восстановлению их здоровья, возврату к полноценной жизни.

Библиографический список

1. Джеймс Ф. Тул. Сосудистые заболевания головного мозга: Издательская группа «ГЕОТАР-Медиа», 2007. — С. 288–304.
2. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Калашникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Ранняя реабилитация больных с нарушениями мозгового кровообращения // Неврологич. журн. — 1997. — № 1. — С. 24–27.

3. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шведков В.В. Жизнь после инсульта. Популярн. практическое руководство по реабилитации больных, перенесших инсульт. — М.: Миклош, 2002. — 46 с.
4. Кадыков А.С. Реабилитация после инсульта. — М.: Миклош, 2003. — 176 с.
5. Рябова В.С. Отдаленные последствия мозгового инсульта (по материалам регистра) // Журн. невропат. и психиатр. — 1986. — № 4. — С. 532–536.
6. Столярова Л.Г., Ткачева Г.Р. Реабилитация больных с постинсультными двигательными расстройствами. — М.: Медгиз, 1978.
7. Скворцова В.И., Евзельман М.А. Ишемический инсульт. — Орел, 2006. — С. 224–226
8. Folkes M.A., Wolf P.A., Price T.R. et al. The stroke data bank: design, methods, and baseline characteristics // Stroke—1988—V. 19, № 5. — P. 547–552.
9. Ruskin A.P. Understanding stroke and its rehabilitation // Stroke — 1983 — V14, № 3 — P. 438–442.

O.A. BUVINA, M.A. EVZELMAN

The early stationary rehabilitation is the basis of improvement of functional rehabilitation of patients with a cerebral stroke.

The plan of activization of a patient brings good results in a devoted to the role of kinesotherapy in the treatment of treatment of vascular patients.

Key words: stroke, rehabilitation manipulations, kinesotherapy, multidisciplinary brigade, ontogenetic approach.

Н.А. АЛЕКСАНДРОВА, М.А. ЕВЗЕЛЬМАН, М.В. ФОМИНОВА,
*медицинский институт ОГУ,
кафедра нервных болезней и клинических дисциплин
ГБСМП им. Н.А. Семашко
ntb@orel.ru*

СОСУДИСТЫЕ КОГНИТИВНЫЕ РАССТРОЙСТВА У БОЛЬНЫХ В ОСТРОЙ ФАЗЕ ИНСУЛЬТА

Цереброваскулярные заболевания способны вызывать когнитивные расстройства. Выраженность когнитивных нарушений при сосудистом поражении головного мозга варьируется от минимальных расстройств до деменции и определяется целым рядом до конца не изученных факторов, включая возраст больных.

Ключевые слова: когнитивные расстройства, деменция, нейропсихологическое исследование, нейровизуализация, лейкоароз.

Сосудистые заболевания головного мозга — актуальная медицинская и социальная проблема. С учетом огромного ущерба, наносимого обществу цереброваскулярными заболеваниями, они занимают ведущее место в структуре заболеваемости и смертности в экономически развитых странах, являются наиболее распространенными причинами инвалидизации и источником огромных расходов в системе здравоохранения.

Основные неврологические заболевания (нейродегенеративные, цереброваскулярные, инфекционные, воспалительные заболевания головного мозга, травматические повреждения, дисметаболические и токсические энцефалопатии, эпилепсия, нейроонкологические поражения головного мозга) приводят к утрате трудоспособности. Исходом этих заболеваний часто являются нарушения познавательной деятельности человека — когнитивные расстройства, включающие дефицит внимания и неспособность быстрой ориентации в меняющейся обстановке, снижение памяти, особенно на текущие события, замедленность мышления, быструю истощаемость при напряженной умственной работе.

Теоретически и практически важным является вопрос о сосудистой деменции. Когнитивные нарушения, достигающие степени деменции, являются одним из серьезных осложнений перенесенного инсульта, поскольку возникновение деменции после инсульта существенно нарушает качество жизни больных. При этом когнитивные нарушения, обусловленные перенесенным инсультом, рассматриваются как одна из потенциально предотвратимых форм сосудистой деменции. Однако результаты различных исследований, посвященных этой проблеме, нередко носят противоречивый характер. В немалой степени это обусловлено отсутствием достоверных данных о состоянии когнитивного статуса пациентов, у которых после инсульта развилась деменция. В результате проведенного исследования было показано, что после инсульта риск развития деменции возрастает в 2 раза (с. Reitz. et all., 2008). Ранее проведенные в Великобритании и Финляндии работы продемонстрировали более значительный риск возникновения деменции после инсульта (в 4 раза и выше, чем у лиц без инсульта)

(И.В. Дамулин, 2008). Поэтому изучение особенностей возникновения постинсультной деменции с учетом преморбидного состояния остается актуальным.

В настоящее время выделены следующие факторы риска развития сосудистой деменции:

1. Социально-демографические — возраст старше 60 лет, мужской пол, негроидная и азиатская расы, снижение уровня образования, алкоголизм.
2. Сердечно-сосудистые — артериальная гипертензия, дисциркуляторная энцефалопатия, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, курение, гиперлипидемия, ожирение, мерцательная аритмия, пороки сердца, болезни периферических сосудов.
3. Генетические — полиморфизм аполипротеина Е.
4. Полиморфизм ТНФ-α.

Ключевым моментом в развитии сосудистой деменции следует признать не первичное поражение определенных подкорковых зон или систем, а нарушение связей между различными корковыми образованиями и субкортикальными структурами, приводящее к их разобщению. Ведущая роль при этой патологии в большинстве случаев принадлежит поражению белого вещества головного мозга, особенно связей лобных отделов с другими структурами ЦНС. Патоморфологическая картина сосудистой деменции характеризуется участками ишемических изменений нейронов или их выпадением с развитием глиоза. Возникают мелкие полости (лакуны) и более крупные очаги.

Ядром клинической картины сосудистой деменции и ее отличительной особенностью являются двигательные и когнитивные нарушения. Спектр двигательных расстройств довольно широк — от минимально выраженных признаков пирамидной недостаточности до грубейшей атаксии или плегии.

Исследование когнитивных функций позволяет уточнить локализацию и тяжесть повреждений головного мозга, уточнить их причину, в более ранние сроки диагностировать поражения мозга при неврологических и соматических заболеваниях; уточнить динамику развития и регресса патологического процесса; повысить эффективность лечения, реабилитации, профилактики неврологических

и соматических заболеваний, а также более точно формулировать прогноз.

В прижизненном исследовании больных с применением современных методов нейровизуализации — КТ и МРТ — часто выявляется лейкоареоз. Следует подчеркнуть, что лейкоареоз может визуализироваться не только при сосудистой деменции, но и при деменциях несосудистого генеза.

Для оценки когнитивных функций используются нейропсихологические методы исследования. Они представляют собой различные тесты и пробы на запоминание и воспроизведение слов и рисунков, узнавание образов, решение интеллектуальных задач, исследование движений и т.д. Полное нейропсихологическое исследование позволяет выявить клинические особенности нарушений и поставить топический диагноз. Однако в повседневной клинической практике провести полное нейропсихологическое исследование не всегда возможно. Поэтому в практике во всем мире широко используют так называемые скрининговые нейропсихологические шкалы, которые позволяют подтвердить наличие когнитивных расстройств в целом и оценить их количественно. Примером такой скрининговой шкалы является краткая шкала оценки психического статуса MMSE (M.F. Folstein, S.E. Folstein, P.R. Hugh, 1975). Также используется ишемическая шкала В. Хачинского (Nachinski V.C. et al., 1975). Применяют тесты на память, речь, зрительно-пространственные функции и обобщения: батарея лобной дисфункции, тест рисования часов, тест пяти слов.

Сейчас для более чувствительной диагностики сосудистой деменции используют критерии Roman et al. Для установки диагноза сосудистой деменции в соответствии с этими критериями необходимо наличие трех условий:

- деменции,
- проявления цереброваскулярного заболевания (анамнестические, клинические, нейровизуализационные),
- причинной связи первого и второго.

Нами проведено исследование с целью изучения когнитивных функций у больных в острой фазе инсульта. В исследование включено 50 пациентов в возрасте от 35 до 80 лет, из них 21 мужчина и 29

женщин; 3 пациента с геморрагическим инсультом, 32 — с ишемическим инсультом; 15 — больные с преходящим нарушением мозгового кровообращения. Критерием исключения из исследования служило наличие речевых расстройств у пациентов в связи с невозможностью оценки их нейропсихологического статуса — 10 человек.

В задачи исследования входило изучение динамики когнитивных расстройств (КР) и степени их выраженности в острой стадии инсульта в зависимости от локализации патологического очага, а также разработать алгоритм диагностики и лечения больных с начальными проявлениями КР в острой стадии инсульта.

При включении в исследование у 40% пациен-

тов (16 человек) выявлены легкие когнитивные нарушения; связанное с возрастом нарушение памяти выявлено у 12,5% (5 человек); у 47,5% (19 человек) не выявлено когнитивных нарушений.

Таким образом, больные с ОНМК должны в обязательном порядке осматриваться логопедом-нейропсихологом с целью выявления когнитивных нарушений. Основными принципами терапии сосудистой деменции являются предотвращение прогрессирования мнестико-интеллектуальных нарушений, улучшение когнитивных функций и общетерапевтические мероприятия. Вследствие большого числа патогенетических механизмов не существует единых и стандартизированного метода лечения.

Библиографический список

1. Белова А.Н. Нейрореабилитация: руководство для врачей. — М.: Антидор, 2000.
2. Дамулин И.В. Дисциркуляторная энцефалопатия в пожилом возрасте // Автореферат. дис. ... докт. мед. наук. — М., 1997.
3. Дамулин И.В. Болезнь Альцгеймера и сосудистая деменция. — М., 2002.
4. Дамулин И.В. Особенности диагностики и дифференциальной диагностики сосудистой деменции и болезни Альцгеймера // Трудный пациент. — № 3. Том 2. — 2004. — С. 21–26.
5. Дамулин И.В. Когнитивные расстройства при цереброваскулярной патологии // Журн. неврологии и психиатрии, — № 1. — 2009. — С. 70–74.
6. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. — М.: Изд-во МГУ, 1973.

N.A. ALEXANDROVA, M.A. EVZELMAN, M.V. FOMINOVA

VESSEL COGNITIVE DISORDERS OF ILL PEOPLE AT SHARP FORM OF A STROKE

Cerebrovascular diseases can call cognitive disorders. The expression of cognitive disorders at vessel disfunction of brain varies from minimal disorders to dementia and it is defined of a whole row to the unknown facts, taking into consideration the age of ill people.

Key word: cognitive disorders, dementia, neurovision, stroke.

Е.О. КОСТИКОВА, соискатель ученой степени кандидата
юридических наук Института международного права
и экономики имени А.С. Грибоедова

Тел.: 45-57-18 (раб.), 75-02-62 (дом.), сот. 8 9192022017
KostikovaEO@rambler.ru

МЕДИЦИНСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ОБОСНОВАННОГО РИСКА

В статье предлагается определение медицинского риска, т.е. риска причинения вреда жизни и здоровью человека в результате медицинского вмешательства, а также анализируются условия его обоснованности как критерии качественной медицинской помощи. В ходе исследования поднимается ряд проблем, требующих правового регулирования в медицинском законодательстве.

Ключевые слова: медицинская помощь, медицинский риск, обоснованный риск, вред, пациент.

Риск находит свое отражение в научной, производственной, хозяйственной, технической, спортивной, предпринимательской, медицинской и многих других сферах жизнедеятельности человека. Люди постоянно сталкиваются с той или иной степенью неопределенности, в которой наступление желаемого или нежелаемого события непредсказуемо.

Для целей нашего исследования интерес представляет медицинский (врачебный) риск — риск причинения вреда жизни и здоровью в результате медицинского вмешательства, который в профессиональной медицинской деятельности действительно чрезвычайно высок даже при условии абсолютно добросовестного и надлежащего отношения. Сфера медицины является тем видом деятельности, где медицинский работник ежедневно сталкивается с ситуацией риска, где необходим выбор между традиционными и нестандартными путями достижения поставленных целей и где особо остро встает вопрос о полезности, оправданности риска или его опасности.

Прежде чем приступить к анализу понятия «медицинский риск», необходимо определить, что представляет собой риск как научное, философское понятие. Понятие риска является предметом многих наук. При этом единого понимания риска нет даже в рамках какой-либо одной научной дисциплины. Не существует единого мнения в отношении понятия риска и в юридической литературе.

В толковом словаре русского языка слово «риск» имеет два значения: возможная опасность и действие наудачу, в надежде на счастливый исход.

В философской литературе риск рассматривается, с одной стороны, как объективное явление, а с другой — как тесно взаимосвязанное с волевым моментом

[28. С. 75]. В социологии риск трактуется как ситуативная характеристика деятельности, состоящей в неопределенности ее исхода и возможных неблагоприятных последствиях в случае неуспеха [24. С. 305].

Риск, пишет В.И. Акопов, — это право человека на творческий поиск, на получение наиболее надежного, с его точки зрения, и выгодного результата достижения своей цели [1. С. 204].

В отечественной доктрине риск нередко отождествляется с опасностью. Так, М.С. Гринберг писал: «... риск — это опасность. Рискованное действие — опасное действие» [7. С. 12]. А.А. Собчак определяет риск как опасность возникновения неблагоприятных последствий личного или иного характера, относительно которых неизвестно, наступят они или нет [23. С. 55]. В то же время К. Лиховидов утверждает, что риск представляет собой объективное состояние возникновения опасности причинения вреда, при котором неизвестно, наступит этот вред или нет [12. С. 33]. Рассматривая понятие риска через призму последствий его реализации, авторы исходят из того, что последствия риска должны быть объективно негативными. С этой точки зрения «риск» и «опасность» — совпадающие или тесно взаимодействующие понятия.

Однако существует иной подход к указанной проблеме, в соответствии с которым риск определяется в условиях многообразия возможного распределения результатов, связанных с определенной альтернативой: на первый план ставится не неблагоприятность, а неопределенность. Из этого следует, что наличие риска не свидетельствует о негативности последствий, но лишь об их многообразии. Так, В.В. Чудиевич предлагает обозначить термином «риск» состояние в условиях неопределенности, когда имеется возможность оценки наступления предполагаемых как положительных, так и отрицательных либо обоего рода последствий от рискованного поведения [30. С. 8]. Д. Бланд утверждает: «Риск — это случайность (неопределенность), которая может иметь самый различный характер, принося как блага, так и несчастья» [4. С. 26].

В отечественной цивилистике устоялись три концепции риска — объективная, субъективная и

дуалистическая, объединяющая оба подхода [3. С. 17]. Сторонники объективной концепции сводят содержание понятия «риск» преимущественно к возможной опасности, угрозе благам, возможному ущербу, случайным явлениям, приводящим к материальным потерям. Для субъективной концепции риска характерен подход к рассмотрению этой категории с точки зрения психологического отношения лица к результату собственных и чужих действий. Согласно дуалистической концепции риск отражает как объективные, так и субъективные элементы ситуации, характеризует как само совершаемое действие, так и отношение к нему субъекта, а также сознание рискующим условий ответственности.

Обратившись к литературе, посвященной исследованию риска, можно обнаружить множество определений, коренным образом отличающихся друг от друга. Риск выступает как общая философская категория, имеющая место во всех сферах действительности. Понятие риска является крайне широким, многогранным и может быть четко сформулировано только с точки зрения конкретной области знаний или для целей конкретного исследования.

В настоящее время категория «риск» известна многим отраслям права. Я.М. Магазинер считал риск настолько важным для права, что определял само право через понятие риска: «Право есть не что иное, как система распределения рисков...» [13. С. 136].

Понятие «риск» используется при конструировании норм в гражданском, трудовом, уголовном законодательстве, хотя ему при этом придается разное значение.

В гражданском праве под риском понимается риск убытков, риск случайной гибели или повреждения имущества, риск случайной невозможности исполнения договора. Все эти нормы объединяются наличием обстоятельств имущественных потерь, опасностей, грозящих субъекту. Категория риска стоит в ряду признаков основополагающих категорий гражданского законодательства, таких как предпринимательская деятельность, страхование. Под риском в договорном обязательстве понимается вероятность не подлежащих компенсации за счет другой стороны убытков или иных

расходов, условием возникновения которых не является вина лица, на чью имущественную сферу они будут отнесены в силу закона или договора [2. С. 399].

В трудовом праве термин «риск» находит отражение в нормах о материальной ответственности работника. В статье 118 Трудового кодекса РФ указывается на недопустимость возложения на работника ответственности за такой ущерб, который может быть отнесен к категории нормально-производственно-хозяйственного риска.

В уголовном праве риск рассматривается прежде всего как обстоятельство, исключающее преступность деяния.

В литературе можно встретить ряд определенных риска: обоснованный, правомерный, оправданный и т.д. Понятие обоснованного риска наиболее подробно разработано в уголовном праве. Говоря об обоснованном риске, мы имеем в виду такое поведение лица, когда надежда на счастливый исход имеет под собой достаточные основания.

Уголовно-правовое значение обоснованного риска, закрепленное в Уголовном кодексе Российской Федерации, заключается в том, что лицо, действующее в условиях обоснованного риска, не подлежит уголовной ответственности. В статье 41 Уголовного кодекса Российской Федерации определены условия обоснованности риска.

В зависимости от характера негативных последствий выделяют социальные, экономические, медицинские, техногенные, экологические, производственные и другие риски. Для целей нашего исследования интерес представляет медицинский (врачебный) риск, существующий в профессиональной медицинской деятельности.

В Этическом кодексе российского врача, принятом на Четвертой конференции Ассоциации врачей России, сказано: «...врач обязан сопоставить степень риска причинения ущерба пациенту и возможность достижения предполагаемого положительного результата».

В Основах законодательства РФ об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 года № 5487-1 термин «риск» упоминается по крайней мере в двух статьях — в статье 31 и абзаце 7 статьи 43. Следует отметить, что современное законодательство не раскрывает понятие «медицинский риск», ус-

ловия его правомерности, что создает реальные проблемы в оценке деятельности медицинских работников, является существенным пробелом в российском законодательстве.

В специальной литературе, посвященной особенностям медицинского риска, ему дается различное толкование.

Например, В.А. Глушков определяет врачебный риск как «правомерное применение для спасения жизни, сохранения здоровья больного лечебно-диагностических мероприятий (в обычных условиях не применяющихся ввиду их определенной опасности), если положительный результат недосыгаем традиционными, проверенными средствами. При правомерном врачебном риске медицинский работник... пренебрегает предвидением вредных последствий для больного. Однако такая позиция является единственным выходом в клинической ситуации» [6. С. 73].

Другое определение медицинского риска дает В.И. Самороковым: «...правомерное создание опасности для сохранения и восстановления здоровья и спасения жизни человека при проведении хирургической операции, терапевтическом лечении, медицинском эксперименте, если достижение позитивного результата невозможно традиционными методами» [22. С. 65].

В первом определении автор оставляет без внимания риск, свойственный медицинским экспериментам. Во втором определении слишком узко понимается цель медицинского риска — только лишь излечение больного. Вместе с тем медицинские эксперименты, о которых пишет автор, могут осуществляться и с нетерапевтической целью, риск сопровождает и косметические операции, где не ставится вопрос о спасении жизни или сохранении здоровья. В приведенных выше трактовках авторами медицинского риска ничего не говорится о предполагаемой вреде и мерах, предпринимаемых рискующим субъектом для его предотвращения.

А.В. Каленых предлагает следующее определение профессионального риска медицинского работника: «Профессиональным риском медицинских работников является сознательное отступление от существующих правил и методик в самом различном направлении врачебной деятельности,

выразившееся во вмешательстве в функционирование человеческого организма, с учетом вероятности положительных результатов или негативных осложнений, в целях спасения жизни или радикального улучшения здоровья больного либо во имя науки и излечения будущих больных» [11].

В этом определении так же, как и в предыдущих, медицинский риск вновь понимается как некий абстрактный риск, как действия медперсонала, несущие в себе угрозу «негативных осложнений».

На наш взгляд, медицинский риск необходимо определять в контексте обоснованного риска. При этом решение целого ряда практических проблем гражданско-правовой ответственности врача требует ответа на следующий вопрос: может ли быть отнесена вся медицинская деятельность или ее часть к деятельности в условиях обоснованного риска?

Многие авторы рассматривают обоснованный риск, в том числе в медицине, лишь как связанный с экспериментом, внедрением новых методов профилактики, диагностики и лечения, другие авторы считают медицинский эксперимент одним из частных случаев медицинского риска.

На наш взгляд, соотношение медицинского риска и медицинского эксперимента заключается в следующем: медицинский эксперимент как один из видов медицинской деятельности осуществляется всегда в условиях медицинского риска. Что касается медицинского риска, то он не всегда выражается в медицинском эксперименте. Медицинский риск возможен и при оперативных вмешательствах, и при терапевтическом лечении. В медицине риск есть даже при простейшей инъекции. Любое лекарственное средство может проявить свои побочные эффекты, причинив вред здоровью или жизни пациента.

Врач ежедневно сталкивается с нетипичными задачами, нетипичным течением патологических процессов, имея дело с очень сложным человеческим организмом. Кроме того, медицинская наука несовершенна, знания и опыт не в состоянии гарантировать безошибочность действий врача даже при самом добросовестном отношении. Поэтому медицина является сферой деятельности, требующей глубоких специальных знаний, практических навыков, высоких душевных качеств.

Например, А.К. Тихомиров справедливо утверждает, что медицинская помощь представляет совершенно особый вид творческой активности, врач всегда действует в условиях неполного знания об объекте воздействия, это предопределяет необходимость нестандартного подхода в каждом конкретном случае [25. С. 26]. Не вызывает сомнений рисковый характер медицинской деятельности и по мнению А.А. Мохова, А.В. Мелихова [17. С. 10]. С точки зрения И. Винера, практически ни одно вмешательство врача не свободно от угрозы наступления вредных последствий, следовательно, только ценой риска такое вмешательство может быть осуществлено [6. С. 73].

Действительно, любое вмешательство в организм человека сопряжено с возможностью причинения ему определенного вреда. Даже обычный осмотр пациента может сопровождаться причинением ему физических или психических страданий.

При этом необходимо учитывать, что врачебное действие, направленное к восстановлению здоровья, не может расцениваться его повреждением. Например, ампутируя какой-нибудь зараженный орган тела, врач производит ряд патологических изменений в больном, но в результате сохраняет здоровье и жизнь пациента. Признать в данном случае причиненные врачом телесные страдания пациенту телесными повреждениями — значит признать почти всю деятельность врача непрерывным повреждением здоровья.

По мнению А.В. Тихомирова, надлежащим результатом качественной медицинской услуги является достижение в каждой конкретной ситуации оптимального баланса пользы и риска для здоровья и благополучия пациента [26. С. 209].

Таким образом, медицинская услуга всегда оказывается в обстоятельствах профессионального риска, который должен быть обоснованным. Рассмотрим применительно к медицинскому риску условия его правомерности.

Наличие общественно полезной цели, которую преследует рискующий, — это первое условие обоснованности риска в любой сфере жизнедеятельности. Достижение общественно полезного результата в условиях медицинского риска заключается в сохранении жизни и здоровья человека как важнейших общечеловеческих ценностей или

причинении меньшего вреда его здоровью по сравнению с имеющимся, облегчении страданий. При этом необходимо уточнить формулировку цели, цель должна быть направлена на достижение успешного результата исключительно для пациента. Однако медицинский работник может преследовать и иную общественно полезную цель нетерапевтического характера (например, в ходе эксперимента, в косметических операциях).

В. Г. Макашвили считает, что хирургу не возбраняется производство операций, сопряженных с известным риском, поскольку цель деятельности настолько общественно полезна, что это вполне оправдывает допущение некоторого неизбежного риска, без которого не может эффективно осуществляться эта деятельность [14. С. 121]. В то же время Т.В. Церетели подчеркивает, что общественно полезный характер цели не может оправдывать всякое действие, направленное на осуществление этой цели [29. С. 136].

Поэтому, на наш взгляд, в каждом конкретном случае необходимо учитывать важность того объекта, которому причиняется ущерб для достижения общественно полезной цели.

Принятие достаточных мер для предотвращения вреда правоохраняемым интересам — еще один признак правомерности медицинского риска.

Термин «достаточность» по характеру является оценочным. Некоторые авторы выделяют объективный и субъективный критерии достаточности, относя к объективным обеспечение безопасности субъектом рискованных действий — соблюдение инструкций и правил, устройство страхующих приспособлений и т.д. К субъективным — осознание лицом вероятной возможности и размера вредных последствий, принятие всех необходимых мер к тому, чтобы вред не наступил или, по крайней мере, был минимальным. Например, А.Н. Попов отмечает следующее: «Достаточность мер определяется действующим лицом, исходя из его субъективных представлений об этом и имеющихся на данный момент объективных возможностей» [21. С. 35]. Другие авторы утверждают, что это условие основано только на субъективных возможностях лица, допускающего риск.

При риске всегда остается опасность причинения вреда, предусмотреть все необходимые меры,

исключающие наступление вреда, практически невозможно. Многие высказывают мнение, что субъект обоснованного риска, как и лицо, находящееся в состоянии крайней необходимости, обязан избрать тот способ, который связан с созданием менее угрожающей опасности. Критериями оценки соответствия рискованного действия, по мнению А.В. Каленых, являются теоретические и практические достижения в конкретном виде человеческой деятельности [10. С. 14]. В.И. Михайлов считает, что эти действия должны основываться на всех доступных «среднему профессионалу» в данной сфере деятельности современных научных знаниях и достижениях практики [16. С. 3].

По мнению И.В. Ившина, принятие достаточных мер для предотвращения возможного вреда является единственным условием обоснованного профессионального риска по отношению к медицинскому вмешательству. При этом, действуя на основе достаточного накопленного опыта, необходимых знаний и умений, медицинский работник должен руководствоваться соответствующими нормативными предписаниями, достижениями современной медицинской науки и практики [9. С. 33].

На наш взгляд, оценку действий врача следует проводить с учетом субъективных и объективных критериев. К субъективным критериям относятся компетентность и степень профессионализма медицинского работника, принимающего решение. Объективный критерий, прежде чем принять рискованное решение, включает принятие всех мер предосторожности, разработанных современной наукой и практикой и предусмотренных специальными инструкциями для обеспечения безопасности, предварительно должна быть получена максимальная информация об индивидуальных особенностях больного.

Еще одно условие правомерности медицинского риска можно сформулировать следующим образом: наступление вредных последствий является лишь возможным, а не неизбежным результатом рискованного действия. Учитывая, что риск — это возможность нежелательной случайности, большая или меньшая вероятность ее наступления, риск отсутствует, если речь идет о заведомом причинении ущерба [10. С. 15].

Заведомое наличие угрозы для жизни человека исключает признание риска обоснованным, и причиненный вред не может считаться правомерным.

Необходимым условием правомерности риска в медицинской сфере является согласие пациента на медицинское вмешательство, связанное с риском, при условии полной информации больного о конкретном риске и наличии возможности у него принять разумное решение. При этом согласие пациента выступает необходимым условием медицинского риска, но не является обстоятельством, исключающим ответственность медицинского работника за ненадлежащее оказание медицинской помощи.

Под согласием понимается свободное волеизъявление лица, включающее не только полную добровольность, но и полную осведомленность относительно последствий такого согласия [15. С. 14].

Сущность права информационного согласия на медицинское вмешательство заключается в том, что любое медицинское вмешательство в человеческий организм возможно только после получения от пациента согласия на это вмешательство, в противном случае действия медицинского работника следует расценивать как насилие над личностью и причинение телесных повреждений [5. С. 21].

Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. № 5487-1 впервые содержат правило о том, что необходимым предварительным условием медицинского вмешательства или отказа от него является информированное добровольное согласие гражданина (п. 7 ч. 1 ст. 30, 32).

Таким образом, пациент в соответствии с законом имеет право самостоятельно оценить степень риска диагностического или лечебного вмешательства. Однако согласие лица на причинение вреда его правоохраняемым интересам не может быть абсолютным. Медицинскому персоналу запрещается осуществление эвтаназии — удовлетворение просьбы больного об ускорении его смерти какими-либо действиями или средствами, в том числе прекращением искусственных мер по поддержанию жизни.

Многие авторы правильно обращают внимание на то, что у нас в отличие от ФРГ, Англии, США

законодательно не оговорена степень информативности о риске, которому подвергается больной, соглашаясь или отказываясь от вмешательства, то есть нет «правового стандарта» информированного согласия.

Действительно, в российском законодательстве отсутствуют критерии полноты предоставляемой информации, содержания предоставляемой информации, т.е. перечень сведений, необходимых пациенту, чтобы его согласие считалось информированным надлежащим образом, позволяющих судить о том, что обязанность исполнителя медицинской услуги предоставить информацию выполнена надлежащим образом. Достаточно ли для получения согласия пациента предоставить ему информацию, перечень которой содержится в ч. 1 ст. 31 Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан, в соответствии с которой каждый гражданин имеет право в доступной для него форме получить имеющуюся информацию о состоянии своего здоровья, включая сведения о результатах обследования, наличии заболевания, его диагнозе и прогнозе, методах лечения, связанном с ними риске, возможных вариантах медицинского вмешательства, их последствиях и результатах проведенного лечения? Являются ли нормы права, содержащиеся в статье 31 и статье 32 Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан, взаимодополняющими?

В зарубежной практике существует два подхода к определению критерия надлежащего предоставления информации [8. С. 4]. Теория «профессионального стандарта» в качестве критерия надлежащего раскрытия информации рассматривает поведение разумного врача при схожих обстоятельствах или существующий на данной территории медицинский обычай. Теория «разумного пациента» заключается в том, что врач должен предоставить такую информацию, которую разумный пациент признал бы существенной для принятия решения о медицинском вмешательстве. Наиболее удачной, на наш взгляд, представляется подход, ориентированный на пациента. Соглашусь с мнением Е.Е. Васильевой, обращающей внимание на то, что конечной целью правила об информированном согласии является защита прав и законных интересов пациента в ситуации, когда он наиболее

уязвим, так как не обладает информацией, которой обладает врач, и в то же время вынужден вверять ему свою судьбу [5. С. 21].

В практике применения института добровольного информированного согласия пациента помимо отсутствия критериев полноты предоставляемой информации возникает немало других вопросов, не урегулированных должным образом законодательно, а именно: имеет ли врач право скрыть от пациента информацию, которая для него вредна; как поступать в случаях, когда пациент не желает получать информацию о здоровье и лечении; вопросы об информировании несовершеннолетних и праве согласия родственников пациента на вмешательство.

Рассмотренные выше с учетом имеющихся в научной литературе подходов и разработок условия правомерности медицинского риска являются, на наш взгляд, необходимыми при любой медицинской манипуляции.

Медицина как наука и практическая деятельность не может существовать без научных, лабораторных и других специальных исследований, а также без эксперимента на человеке. Это очевидный факт. Рано или поздно новый лекарственный препарат или новый метод лечения, апробированный в различных опытах, включая опыты на животных, должен пройти стадию биомедицинских исследований на человеке. В связи с этим одним из сложнейших является вопрос о допустимости, обоснованности и условиях медицинских исследований на человеке. Проведение биомедицинских исследований на человеке непосредственно связано с такой правовой категорией, как обоснованный риск.

Правовое регулирование биомедицинских исследований на человеке в Российской Федерации осуществляется посредством отдельных норм, содержащихся в Конституции РФ, ряде федеральных законов, включая Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан и Федеральный закон «О лекарственных средствах», а также ведомственных нормативно-правовых актах [20]. Специальное законодательство, регламентирующее проведение биомедицинских исследований на человеке и охраняющее права испытуемых лиц, в России отсутствует.

Все исследователи, прибегающие к экспериментам на человеке, сталкиваются с противоречием между общественной заинтересованностью в проверке и освоении нового метода лечения, с одной стороны, и интересами индивида, которому общество гарантирует охрану и защиту его личности, — с другой.

Однако исторически первой этической проблемой в рассматриваемой области была другая: допустимо ли вообще экспериментировать на человеке? Если да, то при каких условиях это возможно? К началу XX в. приходит осознание того, что без экспериментов на человеке медицина развиваться не может. При этом принцип, согласно которому интересы испытуемого должны всегда превалировать над интересами науки и общества, является основополагающим. Права и законные интересы испытуемых рассматриваются в качестве приоритетных и в российском законодательстве.

В частности, в статье 43 Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан указано, что новые, не разрешенные к применению методы и новые средства могут использоваться только в интересах больного после его добровольного согласия, а для лечения лиц, не достигших 15 лет, при непосредственной угрозе их жизни, — с письменного согласия их законных представителей. Таким образом, риск при таких обстоятельствах может быть обоснован лишь в интересах больного и с его добровольного информированного согласия.

На наш взгляд, условия обоснованности риска в ходе клинических исследований на человеке, закрепленные в Основах, явно недостаточны.

При этом заслуживают внимания нормы Нюрнбергского кодекса 1947 года, впервые закрепившего принципы проведения медицинских исследований и экспериментов на человеке.

Составители Нюрнбергского кодекса выработали ряд условий проведения экспериментов на людях, которые в дальнейшем служили этическим ориентиром для законодателей многих государств: добровольное информированное согласие испытуемого, общественно полезная цель эксперимента, недостижимость указанной цели другими средствами (без эксперимента на человеке), обоснованность эксперимента с научной и технической точек зрения, его проведение квалифицированным

субъектом, максимальная минимизация возможных осложнений для испытуемого лица, сопоставимость цели и риска, возможность прекращения эксперимента на любой стадии по инициативе испытуемого или исследователя.

Г.В. Овчинникова считает, что сфера так называемого «новаторского риска» должна быть ограничена и четко регламентирована в соответствии с оправданностью и степенью риска для человека. Для проведения экспериментов подобного рода необходимы такие условия, как научная обоснованность опыта, гласность, коллегиальность принимаемого решения, определение медицинских учреждений, где такие опыты могут проводиться, свободное осознанное согласие лица, здоровье которого подвергается риску [18. С. 60].

Итак, современная медицина нередко связана с риском в процессе осуществления диагностических, лечебных и профилактических процедур, особенно в ходе клинических исследований. Вместе с тем прогресс медицины неосуществим без подобных исследований.

В Российской Федерации разработано и применяется законодательство, отражающее основные вопросы проведения биомедицинских исследований и экспериментов на человеке. При этом можно говорить только об отдельных, несистематизированных правовых нормах, регламентирующих вопросы названных исследований. Бесспорно, законодательство России в части биомедицинских исследований на человеке нуждается в совершенствовании.

Поскольку при медицинских опытах на здоровых людях возникает опасность для таких важных благ, как жизнь и здоровье человека, необходимо, чтобы вопросы допустимости экспериментов, их границ и условий проведения, степени риска и т.д. были детально урегулированы правом.

Риск как правовая категория тесно связан с юридической ответственностью. По выражению О. Иоффе, ответственность... обнимается понятием «риск». Поскольку правовые категории «риск» и «ответственность» между собой взаимосвязаны, то в правоприменительной практике зачастую возникает необходимость в установлении степени проявления риска для определения объема ответственности.

Позволяют ли нормы действующего российского гражданского законодательства в случае причинения вреда здоровью или жизни пациента эффективно защитить интересы потерпевшего? Интересно, что в отличие от Уголовного кодекса РФ Гражданский кодекс не выделяет отдельной статьи о причинении вреда в условиях обоснованного риска, в отличие от статьи 1067 «Причинение вреда в состоянии крайней необходимости».

Особый характер медицинской услуги, пишет С.С. Шевчук, требует специального неординарного подхода к решению вопроса об ответственности [31. С. 5]. Действительно, особенность медицинской деятельности, тесно связанной с риском причинения вреда, должна отражаться на характере юридической ответственности и на механизме ее возложения и реализации.

Проведенный анализ позволяет нам прийти к следующим выводам.

Риск свойствен профессии врача, действия или бездействие которого нередко сопряжены с определенным риском. Выполняя надлежащим образом свои профессиональные обязанности, медицинский работник всегда действует в состоянии обоснованного риска.

Обобщение приведенных положений законодательства и научных взглядов приводит к выводу, что необходимыми условиями любой медицинской манипуляции являются: 1) наличие терапевтической или иной общественно полезной цели нетерапевтического характера; 2) принятие достаточных мер для предотвращения вреда правоохраняемым интересам человека; 3) наступление вредных последствий является лишь возможным, а не неизбежным результатом рискованного действия; 4) согласие пациента на медицинское вмешательство, связанное с риском, при условии полной информации больного о конкретном риске и наличии возможности у него принять разумное решение.

Только при наличии всех перечисленных условий медицинская помощь может быть признана надлежащей. Следует особо обратить внимание, что с учетом повышенной опасности для лиц, участвующих в клинических исследованиях, в целях защиты их прав и охраняемых законом интересов критерии правомерности риска в ходе таких исследований должны быть расширены.

Исходя из вышеизложенного, медицинский риск в контексте обоснованного риска можно определить как действие (бездействие) медицинского работника, сопряженное с опасностью причинения вреда жизни или здоровью гражданина, совершаемое с терапевтической или иной общественно полезной целью, если рискующий медицинский работник предпринял достаточные, с его точки зрения, меры для предотвращения указанного вреда, действуя при этом с согласия пациента.

Очевидно, что отсутствие юридических критериев надлежащего предоставления медицинской

помощи существенно ограничивает возможности реализации прав пациентов на практике и защиты в случае их нарушения.

Необходимость в дальнейшей глубокой разработке и в последующем правовом закреплении понятия «медицинский риск», критериев его обоснованности как критериев качественной медицинской помощи определяется множеством законодательно не урегулированных вопросов, частично затронутых в ходе исследования, создающих в целом опасность пациенту при осуществлении медицинской деятельности.

Библиографический список

1. Акопов В.И. Медицинское право в вопросах и ответах. — М., 2000. — 380 с.
2. Архипов Д.А. Опыт теории риска в договорном обязательстве // Актуальные проблемы гражданского права. — М., 2005. Вып. 9. — 480 с.
3. Афонченко А.Г. Сущность и значение риска как цивилистической категории // Современное право. — 2007. — № 8. — С. 14–17.
4. Бланд Д. Страхование: принципы и практика. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 413 с.
5. Васильева Е.Е. Институт добровольного информированного согласия пациента на медицинское вмешательство в российском и американском праве // Журнал российского права. — 2004. — № 9. — С. 21–24.
6. Глушков В.А. Ответственность за преступления в области здравоохранения. — Киев: Вища школа, 1987. — 198 с.
7. Гринберг М.С. Проблема производственного риска в уголовном праве. — М., 1963. — 86 с.
8. Ерофеев С.В., Ерофеева И.С. Принцип информированного согласия пациента: обзор зарубежной медицинской и юридической практики // Медицинское право. — 2006. — № 3. — С. 4–6.
9. Ившин И.В. Обстоятельства, исключающие преступность деяния в сфере профессиональной медицинской деятельности // Медицинское право. — 2006. — № 1. — С. 33–38.
10. Каленых А.В. Условия правомерности обоснованного риска // Безопасность бизнеса. — 2006. — № 3. — С. 13–15.
11. Каленых А.В. Профессиональный риск медицинских работников как вид обоснованного риска // www.auditorum.ru/aud/pers/persview.php
12. Лиховидов К. Риск как условие дифференциации объема и мер юридической ответственности // Законность. — 2001. — № 6. — С. 33–38.
13. Магазинер Я.М. Общая теория права на основе советского законодательства // Правоведение. — 1999. — № 1. — С. 136.
14. Макашвили В.Г. Уголовная ответственность за неосторожность. — М., 1957. — 138 с.
15. Михайлов В.И. Согласие лица как обстоятельство, исключающее преступность деяния // Законодательство. — 2002. — № 2, 3. — С. 14–16.
16. Михайлов В.И. Обоснованный риск в уголовном праве // Законодательство. — 2001. — № 7. — С. 3–8.
17. Мохов А.А., Мелихов А.В. Деятельность по оказанию медицинских услуг — разновидность деятельности предпринимательской // Медицинское право. — 2006. — № 2. — С. 8–11.
18. Овчинникова Г.В. Виды профессионально-хозяйственного риска // Правоведение. — 1990. — № 4. — С. 60–66.
19. Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 года № 5487-1 // Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации от 19 августа 1993 г. № 33, ст. 1318.
20. ОСТ 42-511-99 «Правила проведения качественных клинических испытаний в Российской Федерации», утвержденный Министерством здравоохранения РФ 29 декабря 1998 г.
21. Попов А.Н. Обстоятельства, исключающие преступность деяния. — СПб., 1998. — 39 с.
22. Самороков В.И. Уголовно-правовая оценка медицинского риска // Современные тенденции развития уголовной политики и уголовного законодательства. — М.: ИГПАН, 1994. — 93 с.

23. Собчак А.А. О некоторых спорных вопросах общей теории правовой ответственности // Правоведение. — 1968. — № 1. — С. 55–58.
24. Социологический энциклопедический словарь / Г.В. Осипова. — М.: Инфра-М, 2000. — 480 с.
25. Тихомиров А. К вопросу об обязательствах вследствие причинения вреда здоровью при оказании медицинских услуг // Закон и право. — 2001. — № 8. — С. 26.
26. Тихомиров А.В. Медицинское право. Практическое пособие. — М.: Статут, 1998. — 416 с.
27. Трубецков А.Д. Вопросы информации о риске и медицинское право // Медицинское право. — 2005. — № 4. — С. 20–22.
28. Философский энциклопедический словарь. — М.: Инфра-М, 1997. — 574 с.
29. Церетели Т.В. Причинная связь в уголовном праве. — Тбилиси, 1957. — 208 с.
30. В.В. Чудиевич. Обоснованный риск в уголовном праве // Российский следователь. — 2007. — № 3. — С. 8–10.
31. Шевчук С.С. Правовое регулирование оказания медицинских услуг // Журнал российского права. — 2001. — № 2. — С. 4–9.

Е. О. KOSTIKOVA

MEDICAL ACTIVITY AS AN ACTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF WELL — FOUNDED RISK

In this article the definition of medical risk is offered (the risk of causing harm to somebody's life and health as a result of medical intervention is meant), as well as the conditions of its validity as the criteria of qualitative medical help are analysed. In the course of the investigation a number of problems, which need judicial regulation in medical legislation, is raised.

А.Ю. ЗОЛОТАРЕВ, студент 6-го курса медицинского института
Орловского государственного университета
Тел. 8-915-502-12-24

Т.А. КУЗНЕЦОВА, доктор медицинских наук, профессор,
зав. кафедрой педиатрии медицинского института
Орловского государственного университета
Тел. 8-910-205-84-03; vradi@inbox.ru

АБДОМИНАЛЬНЫЙ СИНДРОМ У ДЕТЕЙ В НЕОТЛОЖНОЙ ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

В данной статье обсуждается сложный в диагностическом отношении абдоминальный синдром у детей. В структуре диагностических ошибок, имитирующих хирургическую патологию, преобладают функциональные нарушения кишечника во всех возрастных группах. Акушерско-гинекологическая патология занимает второе место по частоте обращений у девушек-подростков и в каждом третьем случае связана с беременностью.

Ключевые слова: дети, неотложные состояния, абдоминальный синдром, заболевания пищеварительной системы, хирургические, акушерско-гинекологические, урологические.

Актуальность темы

Боли в животе — одна из наиболее частых жалоб у детей, однако далеко не всегда свидетельствующая о поражении желудочно-кишечного тракта. Дети раннего возраста, как правило, не могут указать точную локализацию боли, в этих случаях эквивалентом боли являются беспокойство, крик, отказ от груди. Характер боли могут описать только дети старшего возраста. В этой связи своевременная диагностика заболеваний, сопровождающихся абдоминальным синдромом у детей, определяется совместной работой врачей разного профиля (педиатров, детских хирургов, гинекологов и других специалистов).

Пациенты и методы исследования

Работа выполнена на базе МЛУ «Станция скорой медицинской помощи» г. Орла (гл. врач — Н. Н. Панченко). Исследование проводилось на протяжении III квартала 2008 года. В течение этого времени общее количество вызовов скорой медицинской помощи (СМП) составило 24 674, в том числе к детям (в возрасте от 1 дня до 17 лет 11 месяцев) — 3241 (13,1%). В группу пациентов с синдромом болей в животе (СБЖ) вошло 832 ребенка, что составило 25,7% от общего количества вызовов к детям (из них 372 мальчика и 460 девочек). Структура обследованных детей по полу и возрасту представлена в таблице 1.

Таблица 1

Структура обследованных детей по полу и возрасту

Возраст Пол	0–3 года n=249		4–7 лет n=184		8–12 лет n=195		13–18 лет n=204	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Мальчики (p ₁)	130	52,2	83	45,1	95	48,7	64*	31,4
Девочки (p ₂)	119	47,8	101	54,9	100	51,3	140*	68,6

*p<0,01

Как видно из таблицы 1, возрастно-половая структура обследованных детей от 0 до 12 лет оказалась практически одинаковой ($p>0,05$); в подростковом возрасте вызовов к девочкам оказалось в два раза больше, чем к мальчикам ($p<0,01$).

В обследование детей входили сбор жалоб, анамнеза, физикальное обследование, работа с медицинской документацией скорой помощи (карта вызова, сопроводительный лист — ф. 254) и

стационаров, куда были госпитализированы пациенты по скорой помощи (журнал поступивших больных, журнал консультаций, журнал отказа от госпитализации); сравнительный анализ диагнозов СМП и стационаров.

Результаты исследования

Первым этапом нашего исследования являлось выявление нозологической структуры СБЖ у детей по данным СМП (рис. 1).

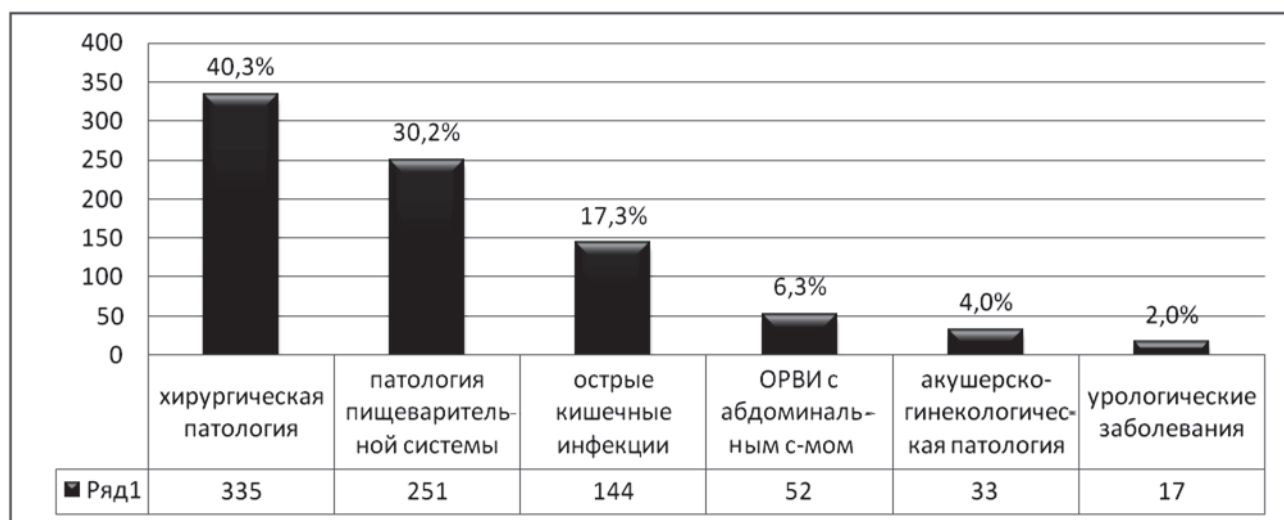


Рис. 1. Нозологическая структура СБЖ у детей (по данным СМП)

Среди причин болей в животе у детей преобладают хирургическая патология — 40,3% ($p<0,01$); заболевания пищеварительной системы — у каждого третьего пациента ($p<0,01$), в том числе 2 случая — отравления грибами и 2 — средствами бытовой химии. На третьем месте по частоте — острые кишечные инфекции (ОКИ) — 17,3% ($p<0,01$), далее по частоте следует ОРВИ с абдоминальным синдромом, акушерско-гинекологическая (АГП) и урологичес-

кая патология без достоверной разницы ($p>0,05$).

На рисунке 2 представлена нозологическая структура СБЖ в зависимости от пола ребенка (по данным СМП).

Как видно из рисунка 2, достоверная разница по полу у детей с СБЖ по отдельным нозологиям отсутствует ($p>0,05$).

В таблице 2 представлена нозологическая структура СБЖ в зависимости от возраста ребенка (по данным СМП).

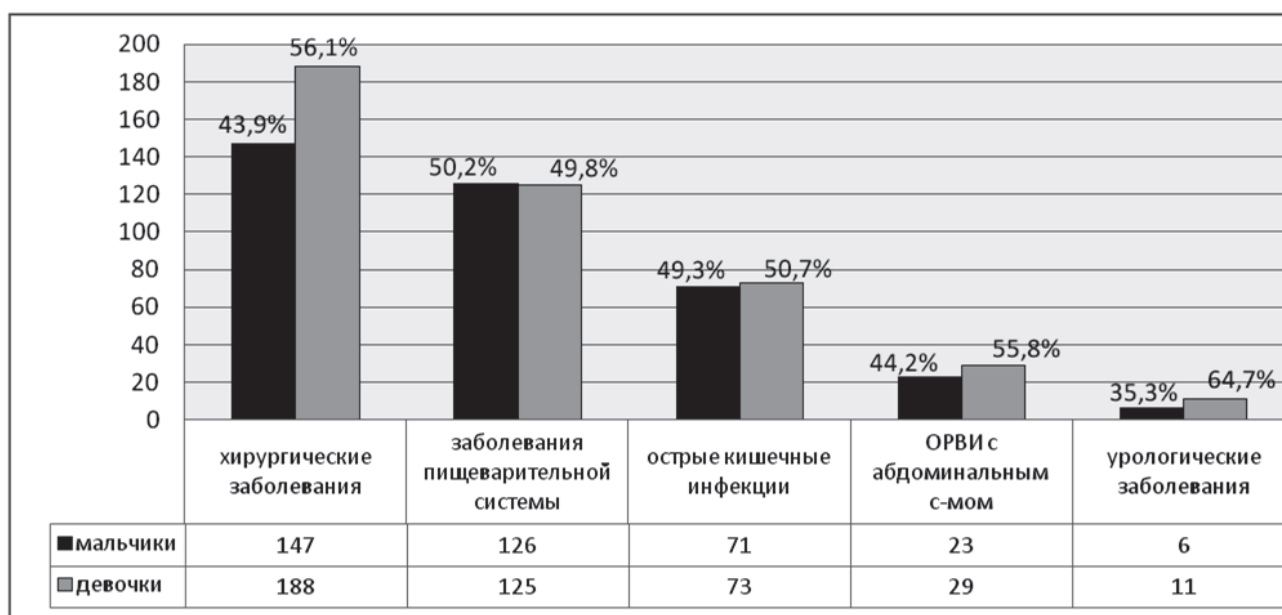


Рис. 2. Нозологическая структура СБЖ в зависимости от пола ребенка (по данным СМП).

Таблица 2

Нозологическая структура СБЖ в зависимости от пола ребенка (по данным СМП)

Группы заболеваний	хирургические		пищеварительной системы		острые кишечные инфекции		урологические		ОРВИ с абдоминальным синдромом	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
0–3 года (p ₁)	45*	13,4	90	36,4	81*	56,3	2	11,8	29*	55,8
4–7 лет (p ₂)	76	22,7	65	26,3	25	17,3	2	11,8	16*	30,8
8–12 лет (p ₃)	109	32,5	56	22,7	20	13,9	3	17,6	6	11,5
13–18 лет (p ₄)	105	31,4	36*	14,6	18	12,5	10*	58,8	1	1,9

*p<0,01

Как видно из таблицы 2, хирургическая патология достоверно реже встретилась у детей 0–3 лет ($p<0,01$); заболевания пищеварительной системы оказались наиболее редкой причиной вызовов СМП у подростков 13–18 лет ($p<0,01$). Острые кишечные инфекции наиболее часто встречались у детей раннего возраста ($p<0,01$). Частота урологических заболеваний у детей от 0 до 12 лет оказалась практически одинаковой ($p>0,05$), однако в подростковом возрасте урологические

диагнозы выставлялись в 5 раз чаще, чем в остальных возрастных группах ($p<0,01$). ОРВИ с абдоминальным синдромом достоверно чаще встречались в возрастной группе детей 0–7 лет ($p<0,01$).

В связи с появлением акушерско-гинекологической патологии (АГП) в возрастной группе 12–18 лет нами отдельно выделена нозологическая структура заболеваний у девушек-подростков (рис. 3). По частоте акушерско-гинекологическая

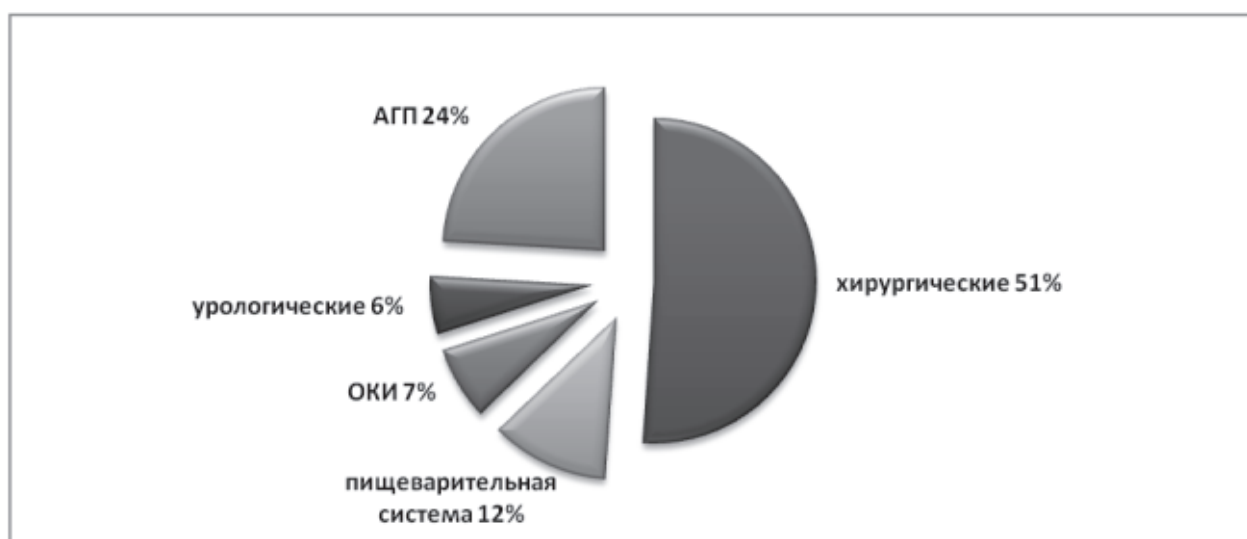


Рис. 3. Нозологическая структура СБЖ у девушек-подростков.

патология занимает второе место после хирургической, $p < 0,01$; далее следуют патология пищеварительной системы, острые кишечные инфекции и урологические заболевания ($p > 0,05$).

Анализ нозологической структуры АГП (см. рис. 4) показал, что в возрастной группе 16–17 лет в каждом третьем случае абдоминальный синдром был

связан с беременностью (срочные роды, преждевременные роды, угроза прерывания). Практически с такой же частотой встречались воспалительные заболевания женской половой сферы, но в более широком возрастном диапазоне — 14–18 лет; боли, обусловленные нарушением менструального цикла, встречались в возрастной группе от 12 до 18 лет.



Рис. 4. Нозологическая структура АГП у девушек-подростков.

На следующем этапе исследования нами была проведена экспертиза диагнозов, выставленных бригадой СМП, с диагнозами стационаров. Удалось установить окончательные диагнозы у 470 детей из

616 госпитализированных (76,3%). Сравнительный анализ диагнозов заболеваний с СБЖ, установленных на догоспитальном и стационарном этапах в зависимости от возраста, представлен в таблице 4.

Таблица 4

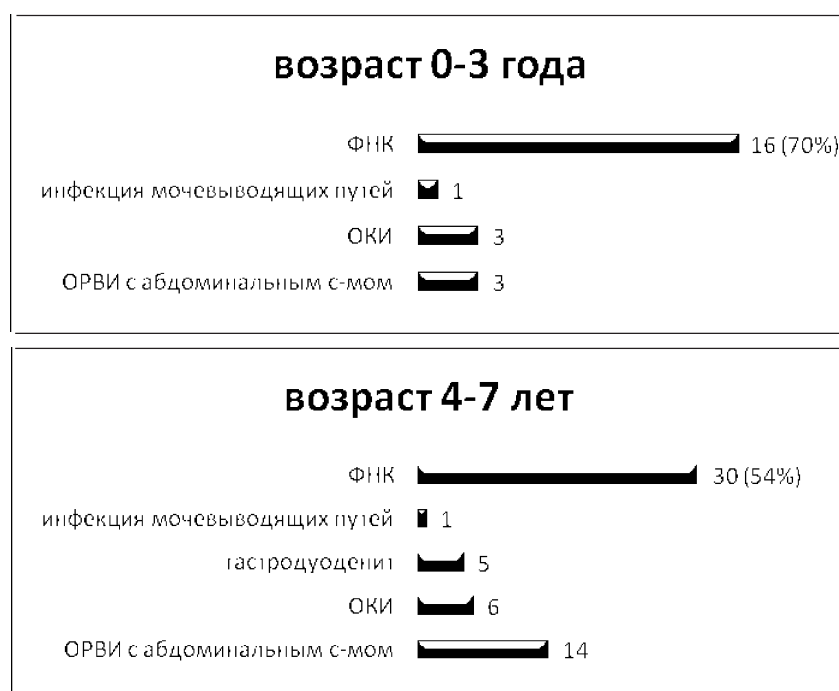
Сравнительный анализ диагнозов заболеваний с синдромом болей в животе, установленных на догоспитальном и стационарном этапах

Группы заболеваний	Число госпитализированных детей с установленными диагнозами					В том числе с совпавшими диагнозами стационаров и СМП									
	Хирургические	Пищеварительная система	ОКИ	Урологические	ОРВИ с абдоминальным синдромом	Хирургические	Пищеварительная система	ОКИ	Урологические	ОРВИ с абдоминальным синдромом					
	абс.	абс.	абс.	абс.	абс.	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
0–3 года	31	21	61	1	11	8	25,8	14	66,7	52	85,2	1	100	8	72,7
4–7 лет	58	28	14	2	11	2	3,4	21	75,0	12	85,7	—	—	11	100
8–12 лет	69	25	17	2	4	14	20,3	18	72,0	13	76,5	—	—	4	100
13–18 лет	67	13	12	1	1	19	28,4	7	53,8	11	91,7	1	100	1	100

Как видно из таблицы 5, наиболее частой причиной (в 70–80% случаев) расхождения диагнозов оказалась хирургическая патология, особенно в возрастной группе 4–7 лет, где лишь в единичных случаях диагноз подтвердился. В группе подростков диагностические ошибки оказались связаны с заболеваниями пищеварительной системы. Сложной оказалась диагностика и урологических забо-

леваний, которые не подтвердились в стационарах в возрастных группах 4–7 и 8–12 лет. По нашему мнению, это связано с перестраховочными установками медицинского персонала СМП, что в большинстве случаев оказывается оправданным.

Сравнительный анализ показал, что под «маской» острого живота у детей разных возрастных групп определились следующие заболевания (рис. 5).



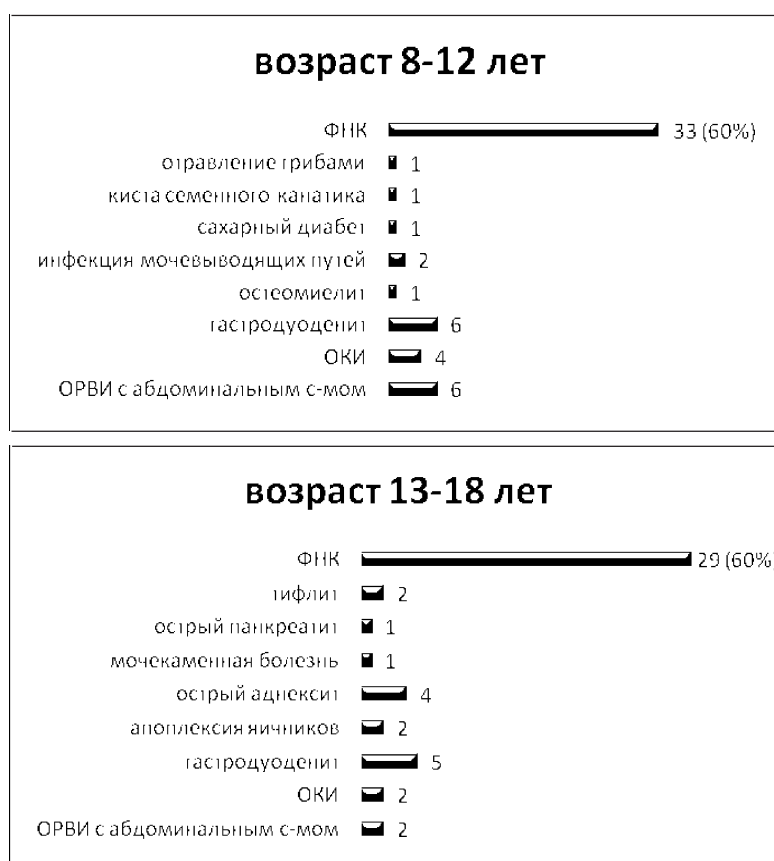


Рис. 5. Заболевания, имитирующие острый живот (в зависимости от возраста детей)

Под «маской» острого живота преобладающими заболеваниями во всех возрастных группах оказались функциональные нарушения кишечника ($p < 0,01$).

Выводы

1. Каждый четвертый случай вызова скорой медицинской помощи к детям связан с болями в животе.
2. Структуру абдоминального синдрома (по данным скорой помощи) составили: хирургические заболевания — 40,3%, заболевания пищеварительной системы — 30,2%, острые кишечные инфекции — 17,3%; ос-

тальные случаи обусловлены ОРВИ с абдоминальным синдромом, акушерско-гинекологической патологией и урологическими заболеваниями.

3. Абдоминальный синдром в структуре акушерско-гинекологической патологии (24%) у девушек-подростков в каждом третьем случае обусловлен беременностью.
4. Расхождения диагнозов скорой медицинской помощи и стационаров связаны с гипердиагностикой хирургической патологии (от 70 до 80% случаев в разных возрастных группах) и недооценкой функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта.

A. Y. ZOLOTARYOV, T. A. KUZNETSOVA

ABDOMINAL SYNDROME IN URGENT PEDIATRICS

This article dwells upon the question of children's abdominal syndrome, which is known to be very difficult to diagnose correctly. The main part of diagnostic mistakes, imitating surgical pathology, is connected with the dysfunction of intestines in all age groups. Gynecological pathology holds the second place among all the cases in "girls-teenagers" age group. Each third cases is connected with pregnancy.

Т.А. КУЗНЕЦОВА, доктор медицинских наук, профессор,
зав. кафедрой педиатрии медицинского института
Орловского государственного университета
Тел. 8-910-205-84-03; vradi@inbox.ru

О.Г. РЯЗАНЦЕВА, клинический ординатор 2-го года обучения
кафедры педиатрии медицинского института
Орловского государственного университета
Тел. 8-906-661-53-65; rog-83@mail.ru

СОМАТИЧЕСКИЙ СТАТУС И ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ, ВОСПИТЫВАЮЩИХСЯ В ИНТЕРНАТНЫХ УСЛОВИЯХ

В данной статье оцениваются соматический статус и физическое развитие детей — воспитанников школы-интерната. В соматическом статусе детей преобладает эндокринная патология (эндемический зоб). По ростовым показателям воспитанники школы-интерната соответствуют общепопуляционным. Дисгармоничность физического развития обусловлена низкими показателями окружности головы в младшем школьном возрасте и «широкогрудостью» в старшем школьном возрасте. По индексу «стени» 86% детей относятся к мезоморфическому типу.

Ключевые слова: дети-сироты, соматический статус, депривация, физическое развитие, школа-интернат, соматотипы.

Актуальность. Кризис современной семьи как отражение мирового кризиса привел к росту сиротства, в том числе социального (лишение родительских прав). В России до 95% детей-сирот относятся к категории социальных. По данным Государственного комитета статистики Российской Федерации, в 2002 году по России в школах-интернатах общего типа воспитывается 167,5 тысячи детей.

Воспитание вне семьи, т.е. в условиях депривации, следует рассматривать в качестве негативного фактора, отражающегося на развитии ребенка. В этой связи **целью исследования** явилась оценка соматического статуса и физического развития детей — воспитанников школы-интерната.

Пациенты и методы. Оценены соматический статус и физическое развитие 176 детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей (социальных сирот), от 7 до 18 лет в условиях школы-интерната; средний возраст воспитанников составил: мальчиков — $12,5 \pm 2,7$, девочек — $12,8 \pm 3,0$; 67% (118 детей) воспитываются в школе-интернате с 7 лет и старше и лишь 13% (23 ребенка) — с раннего возраста (от 7 дней до 3 лет).

Все воспитанники в рамках диспансеризации осмотрены следующими специалистами: эндокринологом, неврологом, ортопедом, хирургом, урологом, оториноларинго-

логом, психиатром, офтальмологом, стоматологом, гинекологом. По заключению «узких» специалистов дети были отнесены к определенной группе здоровья [Доскин В.А., 2008]. I группа — здоровые дети с нормальным физическим и психическим развитием; II группа — дети, у которых есть функциональные и морфофункциональные нарушения; III группа — дети с хроническими заболеваниями в стадии клинической ремиссии; IV группа — дети с хроническими заболеваниями в активной фазе или в стадии нестойкой клинической ремиссии; V группа — дети с тяжелыми хроническими заболеваниями, а также дети-инвалиды.

Для оценки физического развития проводились измерения роста, массы тела, окружности головы

и окружности груди. Данные показатели оценивались по центильным таблицам [Мазурин А.В., Воронцов И.М., 2009].

Для характеристики соотношения массы и длины тела использовались индекс массы тела ($ИМТ = \frac{\text{масса тела в кг}}{(\text{длина тела в м})^2}$) и индекс «стени» ($ИС = \frac{\text{длина тела (см)}}{2} \times \text{масса тела (кг)} + \text{окружность груди (см)}$). [Мазурин А.В., Воронцов И.М., 2009].

В возрастном аспекте дети были разделены на 3 группы: младшего школьного возраста — 6–10 лет, подросткового возраста (препубертат) — 11–13 лет, ранней юности (пубертат) — 14–17 лет.

Структура обследованных детей по возрасту и полу представлена в таблице 1.

Таблица 1

Структура обследованных детей по возрасту и полу

Возраст Пол	7–10 лет n=41		11–13 лет n=61		14–18 лет n=74	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Мальчики, p_1	20	48,8	41	67,2	38	51,3
Девочки, p_2	21	51,2	20	32,8	36	48,6
$P_{1,2}$	>0,05		<0,05		>0,05	

Как видно из таблицы 1, достоверная разница по полу с преобладанием мальчиков получена только в возрастной группе 11–13 лет.

Результаты. В таблице 2 представлена нозо-

логическая структура заболеваний детей, обследованных «узкими» специалистами в рамках сплошной обязательной диспансеризации воспитанников школы-интерната.

Как видно из таблицы 2, у каждого второго ребенка во всех возрастных группах выявлена эндокринная патология (эндемический зоб), что связано с эндемическими особенностями региона.

В возрастной группе детей младшего школьного возраста у каждого третьего ребенка встретились патология костно-мышечной системы, кариес и неправильный прикус; у каждого четвертого — общее расстройство психического развития (F84). Хирургические, нефроурологические и офтальмологические заболевания выявились практически с одинаковой частотой.

В возрастной группе 11–13 лет возросла частота кариеса (у каждого второго), офтальмологические заболевания (за счет миопии); появились проблемы со стороны сердечно-сосудистой системы (синдром вегетативных дисфункций).

В возрастной группе 14–18 лет нивелировались проявления общего расстройства психического развития; увеличился удельный вес детей с нарушениями осанки; у каждого третьего ребенка определен кариес.

При исследовании ростовых показателей 176 детей в 52% случаев (91 ребенок) соответствуют среднепопуляционным (50% здоровых детей), т.е. укладываются в область 25–75 центилей («4 коридор»). В область величин ниже средних вошли 37 детей (21%), при нормальном распределении — 15%; в области низких и очень низких величин оказались 34 ребенка (19%) (при среднепопуляционном распределении — 10%); в область выше средних, высоких и очень высоких вошло 14 детей (8%), при общепопуляционном — 25%.

В таблице 3 представлены показатели роста детей в зависимости от возраста.

Таблица 2

**Нозологическая структура заболеваний детей, выявленных при диспансеризации
(в зависимости от возраста)**

Заболевания \ Возраст	7–10 лет n=41		11–13 лет n=61		14–18 лет n=74	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Кардиологические ¹	—	—	11	18	5	7
Эндокринные ²	21	51	33	54	32	43
Неврологические ³	2	5	2	3	—	—
Нефроурологические ⁴	7	17	12	20	7	9
Хирургические ⁵	5	12	1	2	5	7
Костно-мышечной системы ⁶	12	29	14	23	26	35
Офтальмологические ⁷	6	15	15	24	18	24
ЛОР-органов ⁸	2	5	3	5	3	4
Стоматологические ⁹	15	36	29	47	24	32
Общее расстройство психологического развития (F84)	10	24	10	16	—	—
Другие ¹⁰	2	5	3	5	6	8

1 — функциональные изменения сердца, врожденный порок сердца (оперированный), пролапс митрального клапана, нарушение ритма (экстрасистолия), синдром вегетативных дисфункций, аномалия развития подключичной артерии; 2 — эндемический зоб, узловой зоб, задержка физического развития, конституциональная низкорослость, ожирение, гинекомастия; 3 — детский церебральный паралич (ДЦП), внутричерепная гипертензия; 4 — энурез, хронический пиелонефрит, гипоспадия, фимоз, варикоцеле; 5 — грыжи (пупочная, паховая, белой линии живота); 6 — плоскостопие, нарушение осанки, деформация грудной клетки, сколиоз, кифоз, остеохондроз; 7 — миопия, амблиопия, астигматизм, косоглазие, анофтальмия; 8 — хронический вазомоторный ринит, хронический мезотимпанит, аденоиды; 9 — кариес, неправильный прикус; 10 — хронический гастрит, носительство HbsAg, псориаз.

Таблица 3

Показатели роста детей в зависимости от возраста

Центили \ Возраст	< 10 n=34		10–25 n=37		25–75 n=91		>75 n=14	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
7–10, p ₁	8	23,5	8	21,6	20	22,0	5	35,7
11–13, p ₂	11	32,3	11	29,7	36	39,6	3	21,4
14–18, p ₃	15	44,2	18	48,7	35	38,4	6	42,9

$$P_{1,2}, p_{1,3}, p_{2,3} > 0,05$$

Как видно из таблицы 3, каждая возрастная группа по всем «коридорам» представлена одинаково.

В таблице 4 представлены показатели роста детей в зависимости от пола.

Таблица 4

Показатели роста детей в зависимости от пола

Центили \ Пол	< 10 n=34		10–25 n=37		25–75 n=91		>75 n=14	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Мальчики, p ₁	19	55,9	19	51,3	52	57,1	9	64,3
Девочки, p ₂	15	44,1	18	48,7	39	42,9	5	35,7
P _{1,2}	>0,05		>0,05		>0,05		>0,05	

Как видно из таблицы 4, распределение ростовых показателей детей по полу представлено одинаково.

Из 176 детей у 78 (44%) показатели массы тела оказались в области средних величин, од-

нако этот показатель ниже общепопуляционного (50%). В области величин выше среднего оказалось только 16% детей (при норме 25%); показатели массы тела 40% детей оказались в

области ниже средних и низких величин (при норме 25%).

В таблице 5 представлены показатели массы тела детей в зависимости от возраста.

Таблица 5

Показатели массы тела детей в зависимости от возраста

Центили	< 10 n=26		10–25 n=44		25–75 n=78		>75 n=28	
Возраст	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
7–10, p ₁	8	30,8	12	27,2	15	19,2	6	21,4
11–13, p ₂	8	30,8	16	36,6	30	38,5	7	25
14–18, p ₃	10	38,4	16	36,6	33	42,3	15	53,6

$P_{1,2}, p_{1,3}, p_{2,3} > 0,05$

Как видно из таблицы 5, достоверной разницы по возрасту не получено, т.е. все возрастные группы представлены равномерно по всем «коридорам».

По показателям массы тела детей в зависимости от пола не выявлено достоверной разницы, что представлено в таблице 6.

Таблица 6

Показатели массы тела детей в зависимости от пола

Центили	< 10 n=26		10–25 n=44		25–75 n=78		>75 n=28	
Пол	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Мальчики, p ₁	11	42,3	30	68,2	44	56,4	14	50
Девочки, p ₂	15	57,7	14	31,8	34	43,6	14	50
P _{1,2}	>0,05		>0,05		>0,05		>0,05	

На рисунке 1 представлены антропометрические показатели (по центилям).

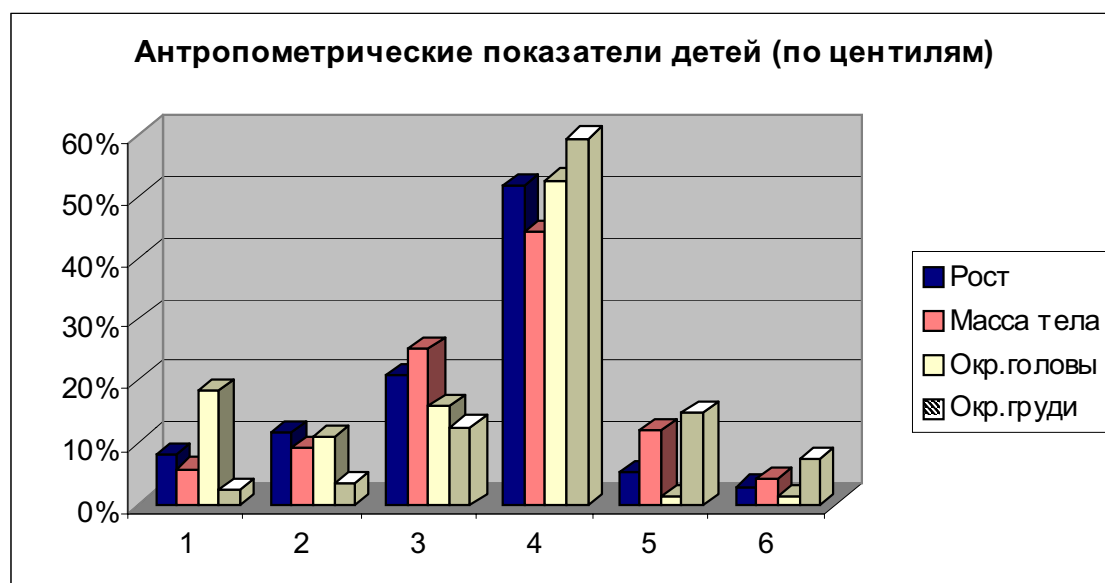


Рис. 1.

Как видно из рисунка 1, большинство детей гармоничны по всем антропометрическим показателям ($p < 0,05$). Дисгармоничность обследуемых детей обусловлена низкими показателями окружности головы и «широкогрудостью».

Для характеристики соотношения массы и длины тела использовался индекс массы тела. Из

176 детей показатели 108 (61%) оказались в области средних величин. Таким образом, большинство детей, воспитывающихся в школе-интернате, имеют оптимальное соотношение длины и массы тела.

Показатели индекса массы тела детей представлены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

Показатели индекса массы тела детей в зависимости от возраста

Центили	< 10 n=15		10–25 n=28		25–50 n=59		50–75 n=49		Выше 75 n=25	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
7–10 лет	5	33	9	32	7	12	14	29	6	24
11–13 лет	7	47	12	43	24	41	12	24	6	24
14–18 лет	3	20	7	25	28	47	23	47	13	52

Как видно из таблицы 7, достоверная разница по возрасту получена в области средних величин

(25–50 центилей), где преимущественно преобладают дети 11–13 и 14–18 лет.

Таблица 8

Показатели индекса массы тела детей в зависимости от пола

Центили	< 10, n=15		10–25, n=28		25–50, n=59		50–75, n=49		Выше 75, n=25	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Мальчики	8	53	17	61	32	54	32	65	9	36
Девочки	7	47	11	39	36	46	17	35	16	64

Из таблицы 8 видно, что достоверной разницы по полу не получено, таким образом, мальчики и девочки во всех центильных группах представлены одинаково.

Соотношение массы тела, роста и окружности грудной клетки определялось по индексу «стенин» (ИС). Распределение детей по данному индексу представлено на рисунке 2.

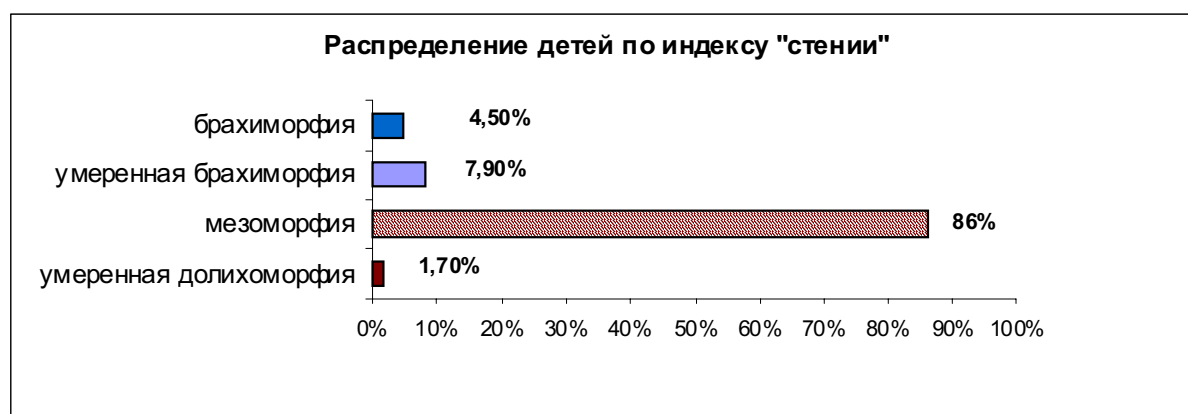


Рис. 2.

По рисунку 2 видно, что 86% детей (151 ребенок) относятся к мезоморфическому типу; у 12% детей преобладает «округление» (дети умеренной брахиморфии и брахиморфии) и только у 2% — «вытягивание» (умеренная долихоморфия).

Выводы.

В соматическом статусе воспитанников школы-интерната во всех возрастных группах преобладает патология щитовидной железы (эндемический зоб); в группе младшего школьного возраста — нарушение осанки, кариес, общее расстройство развития. В старших возрастных группах возрастает удельный вес миопии, на-

рушения осанки и остается проблема кариеса.

По ростовым показателям воспитанники школы-интерната соответствует общепопуляционным, однако отмечается тенденция к отставанию массы тела во всех возрастных и гендерных группах. Дисгармоничность физического развития обусловлена низкими показателями окружности головы в младшем школьном возрасте и «широкогрудостью» в старшем школьном возрасте.

По индексу «стении» 86% детей относятся к мезоморфическому типу, что соответствует нормостении по классификации Черноруцкого, принятой для оценки конституционального типа взрослой популяции.

T.A. Kuznetsova, O.G. Ryazantseva

THE SOMATIC STATUS AND PHYSICAL DEVELOPMENT OF CHILDREN WHO ARE BROUGHT UP IN DEPRIVATION CONDITIONS

In given article is appreciated the somatic status and physical development of children — pupils of a boarding school. In the somatic status of children the pathology prevails endocrinology. On growth children correspond to the general population. On an index «stenii» 86% of children concern to mezmorphik to type.

Р.Н. СТЕПАНОВА, доктор медицинских наук, профессор кафедры акушерства и гинекологии медицинского института Орловского государственного университета
Тел. (4862) 43-21-82

Т.Н. САМОФАЛКИНА, заместитель главного врача Орловского городского роддома
Тел. 77-06-91

Е.В. КАЗАКОВА, клинический ординатор медицинского института Орловского государственного университета
Тел. (4862) 43-21-82

ПРОБЛЕМЫ ПОВТОРНОГО АБДОМИНАЛЬНОГО КЕСАРЕВА СЕЧЕНИЯ

Для изучения частоты повторного кесарева сечения (КС) и показаний к нему подвергли ретроспективному анализу истории родов Орловского гор-роддома за 8 месяцев 2008 г. Исследование показало, что частота КС составила 23,9% от всех родов, а повторного КС — 17,2%. Главным показанием к повторному КС был рубец на матке.

Ключевые слова: кесарево сечение, рубец на матке, повторное кесарево сечение.

Последняя треть двадцатого столетия ознаменовалась революционными достижениями в акушерстве, которые способствовали оптимизации неонатальной помощи, особенно незрелым и больным новорожденным; становлению новой клинической специальности «Перинатология», благодаря чему плод стал рассматриваться как пациент; были созданы новые технологии мониторингирования нарушений состояния плода. Эти достижения в акушерстве и перинатологии спровоцировали драматическое увеличение числа КС.

В 1979 г. решением объединенного пленума правлений Всесоюзного и Всероссийского научных медицинских обществ акушеров-гинекологов пересмотрены вопросы определения места операции КС в современном акушерстве, оптимальной её частоты и техники, определены и существенно расширены показания к абдоминальному родоразрешению по таким показаниям, как поперечное положение плода, упорная слабость родовых сил, тяжелая нефропатия и преэклампсия при неэффективности адекватной медикаментозной терапии; возраст первородящей 30 лет и старше в сочетании с тазовым предлежанием, перенашиванием, узким тазом, миопией; тазовое предлежание плода и осложненное течение родов вне зависимости от возраста роженицы; сужение таза, крупный плод; рубец на матке после перенесенного ранее КС; дистресс плода, не поддающийся коррекции; сахарный диабет у матери (крупный плод); заболевания сердечно-сосудистой системы в сочетании с акушерскими показаниями; миома матки, если узлы препятствуют рождению плода. В настоящее время выполняют КС и по желанию женщины (16).

Относительно техники операции предписано отдавать предпочтение КС в нижнем маточном сегменте с поперечным его разрезом. Корпоральное КС выполняется лишь при отсутствии доступа к нижнему сегменту матки, при выраженном варикозном расширении вен этой области, при шеечной миоме, при повторном КС с локализацией неполноценного рубца в теле матки, при центральном предлежании плаценты.

Благодаря либерализации показаний к КС его частота возрастает. Так, в Англии, США частота абдоминального родоразрешения за последние 20 лет выросла с 16 до 30%. В государственных клиниках Бразилии законодательно лимитирован верхний предел частоты КС 35%, тогда как в частном секторе КС заканчивается 70% родов! В РФ в 2006 г. частота КС составила 18,4%, в г. Москве — 19,5%. Уровень КС в родовспомогательных учреждениях Орловской области за последние 10 лет вырос более чем в 2 раза — с 7,3% до 15,9% (10,11).

Однако вопрос оптимальной частоты КС остается нерешенным и в настоящее время. Вместе с тем ВОЗ еще в 1990 г. рекомендовала, независимо от страны и родовспомогательного учреждения, считать 10% оптимальной частотой КС, именно при этом уровне КС не увеличивается показатель перинатальной заболеваемости и смертности.

Принято считать, что при абдоминальном родоразрешении отсутствует родовая травма и интранатальная гибель плода от асфиксии, значительно снижаются неонатальная и материнская смертность, послеоперационная заболеваемость. Тем не менее при КС возможны ранения сосудов и внутренних органов (мочевой пузырь, мочеточники, кишечник), ТЭЛА, эмболия околоплодными водами; частота гипотонического кровотечения в 3–5 раз выше, чем после самопроизвольных родов; возможны серьезные осложнения анестезии; у плода — ранение головки, тахипноэ. В отдаленном после КС периоде отмечаются боли различной локализации (у 17%), смещение матки спаечным процессом (у 6,6%), нарушение сексуальной функции у 25% оперированных женщин. Высока также стоимость оперативных родов. В РФ в 2005 г. после оперативных родов материнская смертность составила 27,4:100 тыс. живорождений (4, 9, 13).

Таким образом, в настоящее время вследствие либерализации показаний абдоминальное КС стало самым распространенным видом родоразрешающей операции, вследствие чего за последние 30 лет прогрессивно увеличивается число женщин репродуктивного возраста, зачинающих беременность, имея рубец на матке. Ведение последующей беременности и особенно родоразрешение этих женщин представляют серьезнейшую проблему.

В 1916 г. Сragin сформулировал догму: «Кесарево сечение однажды — кесарево сечение всегда», причем это правило распространялось на случаи, когда предыдущее КС было корпоральным, т.к. другие виды абдоминального КС в это время еще не были разработаны. Однако успешные естественные роды после КС возможны. Первый случай КС и спонтанных вагинальных родов после него зарегистрирован в 1500 г. в Швейцарии, когда орхотом Jacob Nufer оказал акушерскую помощь своей жене после того, как 13 повитух оказались бессильны. Nufer уложил роженицу на стол, одним взмахом ножа рассек живот и извлек живого младенца. В дальнейшем эта женщина благополучно родила пятерых детей, включая двойню (14).

В настоящее время многие исследователи подтвердили возможность успешных родов *per vias naturales*, если первое КС было выполнено поперечным разрезом нижнего маточного сегмента и разрез зашит однорядным швом непрерывной синтетической лигатурой; если послеоперационный период протекал гладко и сформировался полноценный рубец; если показания к первому КС были преходящими и не повторились в следующих родах. Примерно у 50% пациенток остаются показания, по которым было выполнено предыдущее КС, и, следовательно, вновь показано оперативное родоразрешение (6, 8, 10, 12, 15).

Вероятность благополучного исхода родов через естественные родовые пути после КС — 75–82%, риск разрыва матки по рубцу в родах — 0,7% (1). Как сообщают Л.С. Логутова и соавт. (1999), G. Davis et al. (1996), в 34% и 50% случаев соответственно показаниями к повторному КС были рубец на матке и отсутствие противопоказания к вагинальным родам.

Цель настоящего исследования — определить частоту повторного КС и показания к нему в Ор-

ловском городском родильном доме. За период с 1 января по 31 августа 2008 г. в роддоме произошло 770 родов. Кесареву сечению подверглись 184 пациентки, частота КС составила 23,9%.

Ретроспективную оценку удалось провести лишь в 128 случаях КС. Оперированные женщины были в возрасте от 18 до 43 лет. Различными экстрагенитальными заболеваниями страдали 63 (49,2%) женщины, в основном это были хронический пиелонефрит, ожирение, анемия, варикозная болезнь, бронхиальная астма, миопия; 2 беременные были носителями HCV. У 21 (16,4%) пациентки диагностированы гинекологические заболевания (аномалии строения матки, папилломатоз, эктопия шейки матки). Настоящая беременность у 12 женщин осложнилась нефропатией и у одной — преэклампсией.

Прежде всего необходимо отметить, что все операции, в т.ч. и первое КС, были выполнены на нижнем маточном сегменте поперечным разрезом, который затем зашит однорядным непрерывным викриловым швом.

Показания к экстренному первому КС были преимущественно сочетанными: упорная слабость родовой деятельности с удлинением безводного промежутка, различные формы и степени сужения таза, крупный плод, дистресс плода (25 случаев), возраст первородящей 30 и более лет, преэклампсия (1 случай); плановое КС, выполненное по поводу тазового предлежания (6 случаев), поперечного положения плода, двойни с поперечным положением второго плода.

Всего 6 из 22 повторно оперированных женщин были в возрасте 25–28 лет, остальные оперированы в более зрелом возрасте (29–36 лет), а одной из них было 43 года. Из-за неполноценно собранного и записанного в историю родов анамнеза лишь в половине случаев повторного КС удалось приблизительно установить показания к первому КС: крупный плод, тазовое предлежание, поперечное положение плода, сужение таза II степени, предлежание плаценты, миопия, при этом лишь узкий таз и миопия присутствовали в показаниях к повторному КС.

Повторное КС в 19 случаях было elective. Основным показанием к нему служил рубец на матке, в 2-х случаях рубец на матке сочетался с миопией, в 2-х — с крупным плодом, в 1-м слу-

чае — с суженным тазом и поперечным положением плода. У 3-х женщин повторное КС выполнено в экстренном порядке: предлежание плаценты (1 случай), дистресс плода (1 случай), несостоятельность рубца на матке (1 случай). Из этого следует, что повторное КС было показано только 9 (40,3%) пациенткам, тогда как у 13 (59,7%) роды могли бы завершиться *per vias naturales*.

Интервал между операциями у 2-х пациенток составил 2 года, в остальных случаях он был более продолжительным — от 4 до 9 лет.

Во время оперативного вмешательства осложнения отсутствовали, но после операции у 4 (3,2%) женщин началось гипотоническое кровотечение, которое купировалось консервативными мерами; у трех родильниц на 5-е сутки после КС диагностирована лохиометра. Заживление послеоперационной раны первичным натяжением произошло у всех оперированных пациенток.

Всего родилось 130 живых новорожденных с относительно высокой оценкой состояния по шкале Апгар, даже в случае, когда показанием к КС послужил дистресс плода, оценка составила 8/9 баллов. 12 новорожденных на 7-е сутки жизни были переведены в областную детскую больницу по поводу недоношенности (5 детей), врожденного порока сердца (3 ребенка), поликистоза почек (1 новорожденный); двойня с полицистическим синдромом у одного близнеца. Эти дети при переводе пребывали в удовлетворительном состоянии, и лишь 1 новорожденный (КС выполнено экстренно из-за дистресса плода вследствие тугого обвития пуповиной шеи плода) переведен на 7-е сутки жизни в тяжелом состоянии.

Таким образом, частота КС в городском роддоме довольно высока — 23,9%, в т.ч. повторное оперативное родоразрешение — 17,2% из 128 случаев КС. Основным показанием к повторному КС был рубец на матке, лишь в одном случае из 22-х повторных КС диагностирована несостоятельность рубца на матке, в двух — предлежание плаценты и дистресс плода соответственно. У 40,3% женщин повторились осложнения, послужившие показанием к первому КС, тогда как остальные оперированы только из-за рубца на матке. Такие же данные сообщают и другие исследователи (1, 8, 10, 14).

Сформулировавший свою догму 92 года тому назад Cragin имел в виду женщин, перенесших классическое КС. С того времени произошли весьма значительные изменения в акушерстве, вследствие чего придерживаться правила «КС однажды — КС всегда» в начале третьего тысячелетия бессмысленно. Создается впечатление, что догма Cragin облегчает жизнь врачам, не желающим вести роды у женщин с рубцом на матке. На этот отказ врача большое влияние оказывает угроза судебного преследования в случае разрыва матки. Однако в современных научных источниках всегда можно найти множество данных, вполне достаточных, чтобы в любом суде оправдать действия врача, аккуратно ведущего медицинскую документацию (7). Страх врача перед разрывом матки чрезмерно преувеличен, частота разрыва в настоящее время не превышает 1% после разреза нижнего сегмента и 2% — после классического разреза (2).

Ведение родов у женщин после предшествовавшего КС в нижнем сегменте поперечным разрезом ничем не отличается от ведения любых других родов. О.Г. Пекарев и соавт. (2007) исследовали морфологические характеристики рубца на матке после поперечного разреза нижнего маточного сегмента, зашитого затем однорядным непрерывным швом викриловой лигатурой, и установили отсутствие нарушений гемоциркуляции и лимфооттока в слоях миометрия и ткани рубца.

Очевидным итогом чрезмерного увлечения КС

явились снижение акушерского профессионализма и квалификации акушеров, растущее из года в год число женщин фертильного возраста с оперированной маткой, что создает новые проблемы в современном акушерстве. Разумеется, необходим тщательный отбор беременных с рубцом на матке для проведения естественных родов, для чего в первую очередь необходимо исследовать состоятельность послеоперационного рубца по клиническим, эхокопическим и гистероскопическим критериям (5, 8). Оптимальным считают КС на нижнем маточном сегменте поперечным разрезом с восстановлением целостности матки непрерывным однорядным швом синтетической лигатурой.

В.М. Краснопольский (2008) предлагает оценивать работу родовспомогательного учреждения по соотношению количества самопроизвольных родов у женщин с рубцом на матке и повторного КС. Резервом снижения частоты КС может быть рациональное ведение родов *per vias naturales* у женщин с рубцом на матке. Исследованием литературы подтверждается принципиальная возможность вагинальных родов при рубце на матке.

Таким образом, частота КС в Орловском городском роддоме в 2 с лишним раза выше рекомендуемого ВОЗ уровня, повторного КС — 17,2%. Преимущественное показание для повторного КС — рубец на матке. Между тем 59,7% оперированных повторно женщин могли рожать естественным путем.

Библиографический список

1. Акушерство. Справочник Калифорнийского университета (редакторы К. Нисвандер и А.Эванс). — М.: Практика, 1999. — С. 547–548.
2. Акушерство. Практикум (ред. В.Е. Радзинский). — М.: РУДН, 2002. — С. 13–39.
3. Краснопольский В.И., Логутова Л.С. // Реальные пути снижения частоты кесарева сечения в условиях современного взгляда на перинатальную смертность / Акуш. и гин. — 2008. — № 3. — С. 15–20.
4. Кулаков В.И., Серов В.Н., Адамян Л. и др. Руководство по охране репродуктивного здоровья. — М.: Триада Х, 2001. — С. 149–166.
5. Логутова Л.С. // Критерии диагностики состояния рубца на матке после кесарева сечения / Росс. вестник акуш.-гинекол. — 2003. — № 1. — С. 59–63.
6. Логутова Л.С., Ахвледиани К.Н. // Пути снижения частоты оперативного родоразрешения в современном акушерстве / Росс. вестник акуш.-гинекол. — 2008. — Т. 8. — № 1. — С. 57–61.
7. Мак Дональд Д. Предшествующие акушерские операции. Дородовое консультирование (ред. Дж. М. Харлей). — М.: Медицина, 1985. — С. 183–212.
8. Пекарев О.Г., Майбородин И.В., Поздняков И.М. и др. // Прогноз и перспективы самопроизвольного родоразрешения женщин с рубцом на матке после кесарева сечения / Акуш. и гин. — 2007. — № 3. — С. 33–37.

9. Рымашевский А.Н., Радзинский В.Е., Красникова Н.А. и др. // Хирургический компонент лечения акушерского гипотонического кровотечения / Акуш. и гин. — 2008. — № 3. — С. 30–34.
10. Савельева Г.М. // Кесарево сечение и его роль в современном акушерстве / Акуш. и гин. — 2008. — № 3. — С. 10–15.
11. Тарасова Л.П., Степанова Р.Н., Тарасов В.А. // Клиническая и экономическая эффективность профилактики инфекционно-воспалительных осложнений кесарева сечения / Росс. вестник акуш.-гинек. — 2005. — Т. 5. — № 3. — С. 24–27.
12. Хитров М.В., Охапкин М.В., Гурьев Д.Л. // Родоразрешение при наличии в анамнезе кесарева сечения — мифы и реальность / Акуш. и гин. — 2008. — № 3. — С. 20–25.
13. Фролова О.Г., Бурдули Г.М., Дурасова Н.А. // Материнская смертность после оперативного родоразрешения / Материалы 9-го Всерос. научн. форума «Мать и дитя». — 2007. — С. 277–278.
14. Davies G.A., Hahn P.M. // Vaginal birth after cesarean / J. Reprod. Med. — 1996. — Vol. 41. — P. 515–520.
15. Kirk E.P., Doyle K.A., Leigh J. // Vaginal birth after cesarean or repeat cesarean section / Am. J. obstet. gynecol. — 1990. — Vol. 162. — P. 1398–1405.
16. Schmidl M., Berner P., Reingrabner M. // Elective cesarean section vs. spontaneous delivery / Acta Obstet. Gynecol. Scand. — 2003. — Vol. 82. — № 9. — P. 834–840.

R.N. STEPANOVA, T.N. SAMOFALKINA, E.V. KAZAKOVA

THE PROBLEMS OF REPEAT CESAREAN SECTION

The frequency of cesarea section (CS) and repeat CS determine in maternity hospital Orel city for 8 month of 2008 year. The frequency CS were 23,9%, repeate CS — 17,2%. Mainly indication to repeat CS were scar uterine after previous CS.

Р.Н. СТЕПАНОВА, доктор медицинских наук, профессор,
кафедра акушерства и гинекологии мединститута
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 43-21-82

Л.П. ТАРАСОВА, кандидат медицинских наук, главврач
городского роддома г.Орла
Тел.: 77-08-08, 77-06-91

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛИНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ ИНФЕКЦИОННО- ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ КЕСАРЕВА СЕЧЕНИЯ

Обследованы 229 пациенток с риском развития инфекционных осложнений после кесарева сечения для оценки превентивного и экономического эффектов двух режимов профилактики: внутривенно 3 г цефазолина (1-я группа) и 5-дневный курс бензилпенициллина после операции (2-я группа). В 1-й группе инфекция не развилась, тогда как во 2-й эндометрит и раневая инфекция возникли у 8,7% пациенток. Стоимость профилактики цефазолином оказалась в 3 раза ниже стоимости 5-дневного курса бензилпенициллина.

Ключевые слова: кесарево сечение, инфекционно-воспалительные осложнения, профилактика.

Кесарево сечение в настоящее время во всех развитых странах является наиболее часто выполняемой родоразрешающей операцией. Так, в Англии уровень КС с 1966 по 1998 г. вырос с 16 до 19%, а в некоторых лондонских больницах даже до 20%. В США за последние 20 лет частота абдоминального родоразрешения увеличилась четырехкратно и достигла 22%. В государственных клиниках Бразилии законодательно лимитирован верхний предел числа КС 35%, тогда как в частном секторе КС заканчивается 70% родов [11]. В Российской Федерации операция КС в 2006 г. составила 18,4%, в Москве — 19,5% [9].

В Российском Научном центре акушерства, гинекологии и перинатологии РАМН в 2000 г. частота КС составила 47,6% от всех родов [9]. Уровень КС в родовспомогательных учреждениях Орловской области за последние 10 лет вырос более чем в 2 раза (с 7,3% в 1992 г. до 15,9% в 2001 г.) [1]. Таким образом, в настоящее время повсеместно возрастает частота абдоминального родоразрешения, что пытаются объяснить либерализацией показаний к КС, увеличением числа случаев тяжелой экстрагенитальной и акушерской патологии, выполнением КС по желанию женщины [10, 15, 18]. Вместе с тем известно, что при КС возможны серьезные осложнения: крово-

течение, тромбоэмболия легочной артерии, ранение сосудов, мочевого пузыря, кишечника; инфекционно-воспалительные заболевания (ИВО) вплоть до разлитого гнойного перитонита и сепсиса. По сравнению с родами через естественные родовые пути генерализация инфекции и вероятность гнойно-септических заболеваний возрастает в 3–10 раз [3, 12]. В настоящее время пуэрперальный сепсис является одной из основных причин материнской заболеваемости и смертности.

Показано, что превентивным введением матери противомикробных средств возможно значительно снизить риск развития ИВО после КС, при этом профилактическое введение антибиотиков способствует созданию достаточной их концентрации в тканях на случай возможной бактериальной контаминации операционной раны, обеспечивает адекватную противомикробную защиту и тем самым предупреждает рост бактерий после КС [13, 16].

Несмотря на высокую противoinфекционную эффективность антибиотикопрофилактики (АБП), консенсус относительно того, какой антибиотик, в какой дозе, как и когда вводить женщине, до настоящего времени не достигнут. Одни исследователи сообщают о высокой профилактической эффективности внутривенного введения антибиотиков пенициллинового ряда [6], аминогликозидов с метронидазолом [14]; другие — о целесообразности введения перед разрезом кожи или интраоперационно цефалоспоринов, а также лаважа полости матки и обкалывания миометрия раствором антибиотика [4]; третьи вводят цефалоспорины только после пережатия пуповины [8]. Сообщают также о высокой профилактической эффективности 5-дневного внутривенного курса озонированного изотонического раствора натрия хлорида [9] и орошения полости матки раствором хлоргексидина [17]. Вместе с тем в родовспомогательных учреждениях России до настоящего времени практикуется 5-дневный послеоперационный курс антибиотиков (АБП), при этом полагают, что АБП не навредит, а, скорее всего, снизит риск развития ИВО [7]. Даже в Российском Научном центре акушерства, гинекологии и перинатологии РАМН послеоперационная АБП проводилась вплоть до 2002 г. [2].

В решении проблемы профилактики ИВО после КС следует также учитывать соотношение выгоды и стоимости различных видов АБП. В недавних исследованиях, выполненных под эгидой ВОЗ, показано, что цена одной дозы гентамицина и метронидазола, введенных в вену перед разрезом кожи, оказалась в 10 раз ниже стоимости стандартной схемы послеоперационного курса антибиотиков, при этом частота пуэрперальных ИВО не различалась [14]. Таким образом, наряду с определением клинической эффективности важной является сравнительная оценка экономической эффективности различных режимов АБП пуэрперальной инфекции после КС.

Целями исследования явились определение клинической эффективности и сравнительная оценка стоимости различных видов АБП при КС.

В исследование были включены 229 женщин с одноплодной беременностью, родоразрешенных с помощью планового абдоминального КС. У всех оперированных идентифицированы факторы, ассоциирующиеся с высоким риском развития ИВО в послеродовом периоде (хронический пиелонефрит, кариес зубов, хронический тонзиллит, гайморит, кольпит, цервицит и др.).

С учетом использования способа АБП пациенток разделили на две группы. В 1-ю вошли 68 родильниц, которым АБП проводили только интраоперационно и в 1-е сутки после операции: цефазолин (нацеф) по 1 г внутривенно после пережатия пуповины, затем повторное введение этого же препарата через 8 и 16 час., всего 3 г антибиотика; 161 родильнице 2-й группы АБП провели согласно традиционной схеме: бензилпенициллина натриевая соль 1 млн ЕД каждые 4 часа и гентамицин 80 мг 3 раза в сутки внутримышечно в течение 5 суток.

Все операции выполнены в нижнем маточном сегменте поперечным разрезом при доношенной беременности, шовный материал — викрил, шелк; анестезиологическое пособие — эндотрахеальный наркоз. Катетер из мочевого пузыря удаляли сразу после операции. В послеоперационном периоде осуществляли тщательный мониторинг следующих параметров: температуры тела утром и вечером, признаков раневой инфекции (гиперемия, отек, напряжение, отделяемое); высоты стояния дна матки и ее консистенции; ультразвуковых признаков лохиометрии; признаков инфекции мочевого тракта; клинического ана-

лиза крови в 1-й и 3-й послеоперационные дни. Послеродовой эндометрит диагностировали, если температура тела повышалась до 38,5°C и более, из половых путей истекали мутные дурнопахнущие лохии, отмечались напряжение и болезненность матки. Наличие серозного или гноеродного отделяемого из швов трактовалось как раневая инфекция. Швы с кожи снимали на 7-й послеоперационный день.

При оценке стоимости АБП учитывали закупочную цену лекарственных средств, указанную в справочно-информационном бюллетене «Медицинские препараты. Оборудование. Услуги» (2002). В сто-

имость АБП не включали стоимость шприцев, манипуляций, пребывания больной в стационаре.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием критерия Стьюдента и показателя соответствия Пирсона; различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Группы женщин по основным параметрам (возраст обследованных, среднее число беременностей и родов, гестационный возраст плода, масса тела при рождении, оценка по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах после рождения, уровень гемоглобина) были сопоставимы (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика исследованных групп женщин

Параметр	1-я группа ($M+m$)	2-я группа ($M+m$)
Возраст, годы	25,3±0,71	25,9±0,50
Среднее число беременностей	1,8±0,13	1,7±0,08
Среднее число родов	1,5±0,09	1,5±0,07
Гестационный возраст, нед.	38,1± 0,33	38,3±0,33
Масса при рождении, г	3140±74	3110±950
Оценка по шкале Апгар:		
на 1-й минуте, баллы	7,9±0,19	7,7±0,15
на 5-й минуте, баллы	8,9±0,13	8,3±0,13
Уровень гемоглобина, г/л	110±1,13	110±0,76

Показания к абдоминальному родоразрешению у 80% пациенток были сочетанными, наиболее частые из них: рубец на матке после КС, тазовое предлежание у первородящей старше 30 лет, поперечное положение плода, миопия. Средний объем кровопотери при КС был 610±123 мл. Гемотранс-

фузии во время операции и в послеоперационном периоде не проводили, коррекцию ацидоза, гиповолемии осуществляли инфузионными средами. Продолжительность КС составляла от 48 до 65 мин. Родились 229 живых доношенных детей, ранний неонатальный период протекал гладко.

Таблица 2

Осложнения послеоперационного периода у женщин, родоразрешенных кесаревым сечением

Осложнения	1-я группа		2-я группа	
	абс. число	%	абс. число	%
Субинволюция матки	1	1,4	—	—
Лохиометра	—	—	9	5,6
Эндометрит	—	—	10	6,2
Раневая инфекция	—	—	4	2,5
Лактостаз	—	—	1	0,6
Всего	1	1,4	24	14,9

Из таблицы 2 видно, что в 1-й группе лишь у одной родильницы пуэрпальный период осложнился субинволюцией матки (осложнение неинфекционного генеза), тогда как в группе сравнения более чем у половины пациенток развились ИВО (раневая инфекция и эндометрит), т.е. эффективность периперационной профилактики ИВО цефазолином оказалась стопроцентной, тогда как в группе традиционного режима профилактики составила всего 58,3%.

На 7-й день после КС у всех женщин 1-й, у 157 пациенток 2-й группы отмечено заживление раны первичным натяжением, у 2,5% оперированных 2-й группы — вторичным натяжением, в связи с чем эти пациентки задержались в стационаре для лечения. Все оперированные матери с детьми выписаны домой, случаев материнской смертности не было.

Стоимость операции, инфузионных сред, сестринского ухода в обеих группах оперированных женщин была примерно одинаковой. Стоимость АБП цефазолином составила 126,3 руб., во 2-й группе — 494,2 руб. на 1 пациентку. Сравнение стоимости АБП в 1-й и 2-й группах показало, что предупреждение ИВО бензилпенициллином оказалось в 3 раза дороже стоимости профилактики цефалоспорином.

Перерасчетом денежных затрат на АБП установлено, что профилактика цефазолином позволила сэкономить 25 017,2 руб., затраты на традиционную АБП у 161 пациентки составили 79 566,2 руб.

Расширение показаний к КС в последнее десятилетие отразилось на возрастании частоты послеоперационных ИВО, в том числе эндометрита и раневой инфекции. Особенности пуэрпального эндометрита и раневой инфекции, как известно, являются быстрое развитие септического процесса, повышение числа случаев генерализованных форм, раннего формирования полиорганной недостаточности, материнской смертности.

Риск развития послеоперационных ИВО пытаются минимизировать, профилактически назначая антибактериальные средства. До недавнего времени с этой целью после КС всем оперированным назначали 5–7-дневный курс антибиотиков пенициллинового ряда [2]. Однако, как показали некоторые исследования, наилучший превентивный

эффект достигается внутривенным введением в день операции цефалоспоринов первого-второго поколения [5]. Кратковременное использование антибиотика минимизирует риск развития септических осложнений и неблагоприятного воздействия на новорожденного, снижает частоту дисбактериоза, способствует раннему прикладыванию к груди, что благотворно сказывается на инволюции матки и препятствует развитию неинфекционных пуэрпальных осложнений (лохиометра, субинволюция матки).

Результаты выполненного исследования показали, что при риске развития ИВО внутривенное введение матери цефазолина (цефалоспорин второго поколения) после пережатия пуповины и затем через 8 и 12 час. полностью предупреждает развитие эндометрита и раневой инфекции. Вместе с тем у 14 родильниц (8,7%) из 161, которым профилактику ИВО после КС осуществляли 5-дневным курсом бензилпенициллина, развились эндометрит и раневая инфекция и у 6,2% — послеродовые неинфекционные заболевания. В 1-й группе (введение цефазолина) лохиометра была диагностирована эхоскопически лишь у одной родильницы.

Возможно, оптимизация оперативной техники КС, бережное отношение к тканям, надежный гемостаз, современный шовный материал, сокращение времени операции до 15–20 мин. и объема кровопотери наряду с АБП также будут способствовать предупреждению развития ИВО и неинфекционных послеродовых осложнений [19].

Таким образом, введение роженице 3 г цефазолина в день КС по сравнению с 5-дневным курсом бензилпенициллина и гентамицина снизило частоту ИВО после планового кесарева сечения до нуля, что свидетельствует о высоком превентивном эффекте периперационно введенного цефазолина; последнее может быть рекомендовано для широкого внедрения в практику как сравнительно дешевый и наиболее эффективный способ предупреждения послеоперационного пуэрпального сепсиса. Стоимость профилактики ИВО цефазолином в 3 раза ниже стоимости традиционной профилактики бензилпенициллином, благодаря чему для бюджета родильного дома удалось сэкономить 46 746,8 руб.

Библиографический список

1. Здоровье населения Орловской области и деятельность учреждений здравоохранения в 2002 году // Орел: Облбюро медстатистики. — 2003. — С. 3–51.
2. Комиссарова Л.И. Профилактика осложнений абдоминального родоразрешения // Проблемы беременности. — 2000. — № 1. — С. 88–90.
3. Краснопольский В.И., Буянова С.Н., Щукина Н.А. Основные причины и клинические особенности формирования осложненных форм гнойного воспаления у акушерских больных // Росс. вестник акушеров-гинекологов. — 2003. — Т. 3. — № 3. — С. 58–61.
4. Миров И.М. Периоперационное применение антибиотиков при кесаревом сечении // Вестник Росс. ассоциации акушеров-гинекологов. — 1994. — № 1. — С. 65–69.
5. Никонов А.П., Сехин А.С., Анкирская А.С. Инфекции в акушерстве и гинекологии // Практическое руководство. Антибактериальная терапия (редактор Л.С. Страчунский). — М., 2000. — С. 127–130.
6. Новиков Б.Н. Применение аугментина для профилактики гнойно-септических осложнений кесарева сечения // Журнал акушерства и жен. болезней. — 1999. — Т. XLVIII. — № 1. — С. 17–19.
7. Омельяновский В.В., Щукина Н.А., Буянова С.И. Клиническая и экономическая эффективность режима антибиотикопрофилактики цефалоспоринов второго поколения // Вестник Росс. ассоциации акушеров-гинекол. — 2000. — № 4. — С. 28–32.
8. Радзинский В.Е. Акушерство. Часть III // Родоразрешающие операции. Кесарево сечение / М.: ИРУДН, 2002. — С. 13–39.
9. Савельева Г.М. Кесарево сечение и его роль в современном акушерстве // Акуш. и гинек. — 2008. — № 3. — С. 10–15.
10. Чернуха Е.А., Абубакирова А.М., Бурлев В.А. Применение медицинского озона после кесарева сечения // Акуш. и гинек. — 2002. — № 4. — С. 25–27.
11. Чернуха Е.А. Оправдано ли проведение кесарева сечения по желанию беременной? // Акуш. и гинек. — 2002. — № 6. — С. 3–7.
12. Editorial. Caesarean section on the rise // Lancet. 2000. — Vol. 356. — № 9243. — P. 1697.
13. Hannah M.E., Hannah W. J. Planned caesarean section versus planned vaginal birth for breech presentation at term // Lancet 2000. — Vol. 356. — № 9239. — P. 1375–1383.
14. Hemsell D.L., Johnson E.R., Hemsell P.G. Cefazolin for prophylaxis // Obstet Gynecol. — 1990. — Vol. 76. — № 4. — P. 603–606.
15. Kayihura V., Osman N. B., Bugalho A. Choice of antibiotics for infection prophylaxis in emergency cesarean sections // Acta Obstet Gynec Scand. 2003. — Vol. 82. — P. 636–641.
16. Lavin J.P. Teaching vaginal breech delivery and external cephalic version // J. Reprod Med. 2000. — Vol. 45. — № 10. — P. 808–812.
17. Maternal Health and Safe Motherhood programme // Maternal mortality studies. — WHO, Geneva, 1994. — P. 7–13.
18. McIntyre J. HIV in pregnancy: a review // WHO. UNAIDS, 1999. — P. 26.
19. Schmid M., Birner P., Reingrabner M. Elective cesarean section vs. spontaneous delivery // Acta Obstet. Gynec. Scand, 2003. — Vol. 82. — № 9. — P. 834–840.
20. Wood R.M., Simon H. Htlosi-type vs traditional cesarean delivery // J Reprod Med, 1999. — Vol. 44. — № 9. — P. 788–795.

R.N. STEPANOVA, L.P. TARASOVA

THE CLINICAL AND COST EFFICIENCY OF INFECTIOUS COMPLICATIONS PROFYLAXIS AFTER CESAREAN SECTION

A total of 229 patients at risk for the development of infectious complications after cesarean section were examined to evaluate the preventive and economic effects of two prevention regimes: 3 g of cefazolin (Group 1), a 5-day course of benzylpenicillin after surgery (Group 2) In Groups 1 infection did not develop, whereas in Group 2, endometritis and wound infection occurred in 8,7% of patients. The cost of prevention with cefazolin and chlorohexidine was 3 times less than that of a 5-day course with benzylpenicillin

ГЕОГРАФИЯ

Л.И. БАРАНОВА-ШИШКОВА, кандидат географических наук,
доцент кафедры географии факультета естественных наук
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 71-43-11

ПРОБЛЕМЫ «ВОСТОЧНОЙ ПОЛИТИКИ» МЕЖДУ ЕС И СНГ

Статья посвящена проблемам разработки экономического взаимодействия и формирования политики ЕС по отношению к восточным соседям. Для решения этих проблем автор предлагает рассмотреть ряд факторов, тормозящих выработку новой политики как важнейшего направления в отношениях между ЕС и СНГ.

Ключевые слова: экономическое взаимодействие; политика ЕС; восточные соседи; проблемы взаимоотношений.

Состоялся очередной раунд расширения ЕС, в рамках которого с 1 мая 2004 года полноправными членами Европейского союза стали страны, непосредственно граничащие с Россией, Украиной и Беларусью, а именно страны Восточной Европы и Балтии. Они имеют традиционно тесные экономические и культурно-гуманитарные связи с упомянутыми странами содружества и потому ставят перед ЕС вопрос о формировании политики в отношении восточных соседей. Следовательно, важнейшими направлениями «Восточной политики» в отношениях между странами ЕС и СНГ является целый ряд факторов.

Во-первых, общая граница ЕС и европейских стран СНГ существенно удлиняется. Если до расширения с ЕС граничила только Россия по российско-финской границе, то после вступления в ЕС Литвы, Латвии, Эстонии, Польши, Венгрии и Словакии внешняя граница ЕС со странами СНГ простирается от Балтийского почти до Черного моря. Это создаёт не только новые возможности для расширения взаимодействия и сотрудничества, но и новые последствия для Европы. Так, экономически слабые, социально нестабильные государства СНГ рассматриваются в качестве естественных источников рисков мягкой безопасности — нелегальной миграции, распространения инфекционных заболеваний, трансграничной преступности. В свою очередь ЕС должен определиться со своей политикой по отношению к восточным соседям. Либо надо максимально отгородиться от «зоны хаоса», либо содействовать улучшению ситуации в европейских странах СНГ [1. С. 35].

Во-вторых, страны-кандидаты, по крайней мере большинство из них, осознают перспективность и приоритетность отношений со своими восточными соседями, помимо того стараются лоббировать свою позицию, рассмотренную уже сейчас в Брюсселе. С одной стороны, интерес будущих членов определяется стремлением сохранить наработанные экономические и гуманитарные связи со своими восточными контр-

агентами. Очевидно, что со вступлением в ЕС не все отрасли экономики вновь принятых стран одномоментно окажутся конкурентоспособными на общем рынке, а наиболее перспективные рынки сбыта лежат на востоке Европы. Кроме того, социально-экономическая стабильность приграничных регионов новых членов Евросоюза, как правило, в значительной степени зависит от трансграничного сотрудничества с восточными соседями. Это применимо и к северо-востоку Польши, а также к западным районам Литвы и Эстонии. Наконец, только при сохранении тесных связей и с востоком, и с западом Европы новые страны-члены смогут реализовать свой посреднический потенциал, в том числе в плане близости культур и отсутствия языкового барьера. Таким образом, новое дыхание обретает тезис о Центрально-Восточной Европе (ЦВЕ) как связующем звене между Востоком и Западом, отброшенный в силу политической конъюнктуры в середине 90-х годов прошлого века [1. С. 39]. С другой стороны, будущие страны — члены ЕС, особенно Польша и Литва, расширяя сотрудничество ЕС с Россией, имеют в виду возможные политические дивиденды в форме повышения их роли в общей внешней политике Евросоюза. Так, они уже сумели использовать калининградскую проблематику в своих внешнеполитических целях. Литва стала играть роль посредника между региональными властями Калининградской области и Брюсселем, в то время как Польша пыталась занять нишу связующего звена между Брюсселем и Москвой.

В-третьих, российско-европейский переговорный процесс по калининградской проблематике выявил недостаточность опыта и каналов взаимодействия между Россией и ЕС. Кроме того, оптимальное решение многих проблем Калининграда (не только визовой) может быть найдено только после достижения договоренностей по более широкой повестке — к примеру, через создание общей российско-европейской безвизовой зоны и общеевропейского экономического пространства. Это вряд ли реализуемо без подключения к системе договоренностей, как минимум, других европейских республик СНГ, учитывая наличие общего экономического и визового пространства между ними.

В-четвертых, результаты политики ЕС по отношению к Украине, Беларуси и Молдове оказались в целом неудовлетворительными. Отсутствуют эффективные каналы влияния на ситуацию в Беларуси, а страны ЕС зачастую либо просто не воспринимают Беларусь как независимое государство, либо реализуют конфронтационный путь и стремятся к ее политической изоляции. Молдова превратилась в беднейшее государство Европы. Более того, Евросоюз не смог эффективно способствовать преодолению политической нестабильности на Украине. Понимание необходимости выработки новой политики по отношению к восточным странам-соседям проявилось еще в апреле 2002 г. Тогда на заседании Совета по общим вопросам и внешним связям ЕС состоялся обмен мнениями и была одобрена инициатива комиссара Хавьера Соланы о выработке во второй половине 2002 г. конкретных предложений о политике ЕС в отношении ее соседей, в первую очередь — восточных. В дальнейшем Совет неоднократно возвращался к обсуждению основ будущей восточной политики, подчеркивая особую значимость укрепления отношений с Украиной, Беларусью и Молдовой. Заинтересованным странам, в том числе кандидатам на членство в ЕС, было предложено представить свое видение Восточного измерения. В результате 11 марта 2003 г. вышло Сообщение Комиссии Европейских Сообществ (КЕС) Европейскому Совету и Европарламенту «Большая Европа — соседство: новый формат для отношений с нашими восточными и южными соседями» [2. С.27]. Хотя в документе упоминаются не только восточные, но и южные соседи ЕС, основное внимание уделено европейским республикам СНГ.

Анализ Сообщения КЕС позволяет ответить на несколько вопросов, вызывающих особый интерес. Во-первых, будет ли включать новая политика соседства ЕС по отношению к восточным странам Россию? Как эта политика будет сочетаться с уже достигнутым уровнем сотрудничества? Во-вторых, не станет ли новое Восточное измерение конкурентом Северного и не повторит ли его не во всем удачный опыт? И в-третьих, будет ли инициатива «нового соседства» началом очередной волны вступления в ЕС либо всего лишь расширенным форматом сотрудничества? Хотя очевидно,

что наибольший интерес ЕС вызывает необходимость интенсификации отношений с Украиной, Беларусью и Молдовой (объединенных коллективной аббревиатурой — «новые западные независимые государства»), Россия не исключена из инициативы. Более того, по многим вопросам внутриполитическое развитие в России и российско-европейское сотрудничество ставятся в пример другим «западным» странам СНГ. Как отмечается в Сообщении, «развитие диалога ЕС–Россия и сотрудничество по политическим вопросам и вопросам безопасности, энергетике, окружающей среде, науке и технологиям в последние годы быстро укреплялось», а по макроэкономическим параметрам Россия вообще оказалась на третьем месте среди всех стран—соседей ЕС, пропустив вперед лишь Израиль и Ливан. В пользу включения России в инициативу «Нового соседства» есть серьезные аргументы. Так, аналитики Центра восточных исследований (Варшава) считают, что отсутствие общего подхода ко всем странам-соседям может привести к доминированию в восточной политике ЕС отношений с Россией в силу разницы экономических потенциалов по сравнению с Беларусью или Украиной [3. С. 68]. Кроме того, экономические, политические и гуманитарные связи европейских стран СНГ очень сильны, а протекающие в этих странах процессы идентичны. Однако если сама необходимость включения России в Восточное измерение политики ЕС и не вызывает сомнения, то степень этого участия еще не определена. Очевидно, что с учетом территориальных и людских масштабов России ЕС вряд ли сможет в обозримой перспективе адекватно принять ее в свой состав. Не ясно, захочет ли этого и политическая элита в Москве. Ряд польских исследователей считают, что существует два сценария ограничения участия России в Восточном измерении — территориальный и функциональный. Согласно первому в зону действия инициативы попадают Калининградская область и северо-западные регионы России. Согласно второму России предоставляется особый статус в отношениях с ЕС в энергетической, политической сферах и по вопросам безопасности. Как отмечается в Сообщении КЕС, «новая политика соседства станет только дополнительной подпоркой общего стратегическо-

го партнерства ЕС и России» при сохранении уже наработанных механизмов взаимодействия.

Вряд ли можно говорить и о конкуренции нового Восточного измерения с так называемым Северным. Северное измерение охватывает регионы Балтийского, Северного и Баренцева морей. Северное измерение было создано как своего рода лаборатория, в которой должны были проводиться эксперименты по выработке новых форм и моделей сотрудничества между ЕС и его восточными партнерами [3. С. 98]. С одной стороны, обе программы направлены на преодоление социально-экономической пропасти и разделительных линий в Европе. Кроме того, заинтересованные страны-участники Северного измерения являются активными партнерами дискуссии по Восточному измерению. С другой стороны, последнее не ставит перед собой амбициозных политических целей — формирования пространства, на котором все стороны выступают полноправными партнерами, участвуют в создании общей политики и стремятся к созданию общей идентичности. Как отмечает П. Йоенниemi, «Восточное измерение не нацелено на создание региональной конфигурации со своей собственной динамикой, которая бы в свою очередь оказывала влияние на Союз в целом [3. С. 109]. Вместо Восточного измерения более обоснованно, возможно, было бы говорить о политике соседства, главным образом служащей интересам Польши и соседей, не являющихся членами [ЕС. — Л.К.]...». Очевидно, что и в Брюсселе не готовы к новым слишком амбициозным внешнеполитическим инициативам. Не случайно в названии уже упомянутого Сообщения КЕС термин «измерение» отсутствует.

Политика соседства предполагает общие рамки, но дифференцированный подход ставит реализацию программ сотрудничества в зависимость от успехов восточных соседей в деле строительства рыночной экономики, институтов демократии и прав человека. Естественно, что речь идет о нормах и стандартах, которые уже приняты в ЕС. Следовательно, восточные соседи рассматриваются как объекты политики ЕС, а не равноправные партнеры. Другими словами, политика соседства предполагает распространение «правильной» идентичности ЕС на сопредельные тер-

ритории, а не синтез новой общей идентичности. Аналитики польского Центра Восточных исследований видят задачу восточной политики ЕС в «продвижении политических и экономических стандартов, принятых в ЕС и его законодательстве» [З. С. 101]. Такой подход был успешно реализован в отношении стран-кандидатов, однако его перспективы для политики по отношению к России или даже Украине (несмотря на провозглашенный ими европейский выбор) выглядят весьма сомнительными.

Таким образом, очередной раунд расширения

ЕС ставит и по сей день вопрос о формировании политики в отношении восточных соседей, т.е. стран СНГ. Понимание необходимости выработки новой политики по отношению к восточным странам-соседям изначально проявилось еще в апреле 2002 г. Именно тогда на заседании Совета по общим вопросам и внешним связям ЕС состоялся обмен мнениями, в связи с чем была одобрена инициатива комиссара Хавьера Соланы о выработке конкретных предложений о политике ЕС в отношении ее соседей, в первую очередь — восточных, т.е. стран СНГ.

Библиографический список

1. Цихоцкий Б. Сегодняшние дилеммы будущей восточной политики Европейского союза. Европа. Том 3. № 3 (8), 2003.
2. Эмерсон М. Слоны и Медведь. Европейский союз, Россия и их ближнее зарубежье. — Брюссель — Москва, 2001.
3. Йонниemi П. «Два измерения Европейского союза: северное и восточное», Европа. Том 3. № 1 (6), 2003.

L.I. BARANOVA-SHISHKOVA

PROBLEMS «EASTERN POLITIC» BETWEEN E.U AND SNG

The article is devoted to the problems of development of the economic interaction and formation politics E.U by attitude to eastern neighbours. For decide this problem author propose consides row factors to the brekes of the output new politic as important of the direction in the attitude between E.U and SNG.

Key words: economic interaction, politic E.U, eastern neighbours, problems interrelation.

Л.Н. ТРОФИМЕЦ, кандидат географических наук, ст. научный
сотрудник, доцент кафедры географии
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 73-71-82; trofimec_l_n@mail.ru

А.В. ТАРАСОВ, аспирант
Орловского государственного университета
Тел. 8-961-62-08-617

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АТМОСФЕРЫ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ УВЛАЖНЕНИЯ

Приводятся результаты сравнения метеорологического потенциала атмосферы, рассчитанного за многолетний период и за многоводные годы последнего десятилетия. Констатируется, что введение в расчетную схему повторяемости влажности воздуха $\geq 80\%$ и $\leq 30\%$, а также повторяемости осадков ≥ 10 мм и гроз «ужесточает» оценку МПА.

Ключевые слова: метеорологический потенциал атмосферы, многоводные годы, повторяемость интенсивных осадков.

Метеорологический потенциал рассеивающей способности атмосферы (МПА) позволяет оценить возможности ее самоочищения:

$$\text{МПА} = (P_{\text{ш}} + P_T) / (P_O + P_B), \quad (1)$$

где P — повторяемость (%) соответственно скорости ветра 0–1 м/с, или, что то же — штилей ($P_{\text{ш}}$), туманов (P_T), дней с осадками $\geq 0,5$ мм (P_O), повторяемости скорости ветра не менее 6 м/с (P_B).

Числитель в формуле характеризует процессы в атмосфере, способствующие накоплению примесей, а знаменатель — их рассеиванию. При МПА меньше 1 преобладают процессы, обуславливающие рассеивание, при МПА больше 1 — накопление примесей в атмосфере.

Приведенная формула является, пожалуй, наиболее простой из большого набора алгоритмов расчета потенциала самоочищения атмосферы, какие в настоящее время обсуждаются в специальной литературе. Начало работам этого направления было положено исследователями ГГО (Главной геофизической обсерватории им. Воейкова) (Безуглая, 1980, 1986; Безуглая, Берляндт и др., 1983) [2–3].

Приведенная выше формула предложена Т.С. Селегей [6–8]. В дальнейшем практически тот же алгоритм пополнялся набором метеорологических параметров, которые, по мнению предлагавших эти изменения авторов, позволяли более корректно учесть соотношения между условиями, способствующими накоплению примесей в атмосфере и их рассеиванию. По мнению, например, исследователей Саратовского университета (Лапина С.Н., Полянская Е.А., Фетисова Л.М., 2008), логичнее счи-

тать, что большие значения МПА в формуле Т.С. Селегей (1) должны характеризовать лучшие условия для рассеивания примесей. Поэтому авторы в своих исследованиях применили коэффициент, обратный МПА, — $1/\text{МПА}$, и назвали его коэффициент самоочищения атмосферы. На наш взгляд, это предложение, практически ничего не меняя по сути, меняет интерпретацию получаемых результатов, что только подтверждает верность подхода, предложенного Т.С. Селегей, к оценке метеорологического потенциала рассеивающей способности атмосферы. В другом методе расчета, предложенном Е.А. Григорьевой, Л.Н. Деркачевой, В.П. Тунеголовцем, 2005 [4], авторы дополнили числитель формулы Т.С. Селегей, в котором учитываются условия накопления примесей, повторяемостью относительной влажности воздуха $\geq 80\%$. Высокая влажность является фактором, усугубляющим процессы загрязнения воздушного бассейна. Авторы предложили ввести и новый термин — КМЗА — коэффициент метеорологического загрязнения атмосферы. В настоящей работе были проведены расчеты с учетом рекомендаций по введению относительной влажности, и авторы настоящего исследования пришли к выводу о некорректности дополнительного введения параметра влажности в том виде, как он предлагается авторами работы [4]. Включение дополнительного параметра в числитель формулы при неизменном составе знаменателя, естественно, увеличивает значение МПА (в интерпретации авторов — КМЗА), что нельзя признать корректным.

Существующие методы расчета потенциала загрязнения атмосферы, различаясь по набору метеорологических параметров, входящих в алгоритм расчета, сходны в одном: они фактически

оценивают соотношение между метеорологическими и климатическими факторами, определяющими условия рассеивания выбросов в атмосфере, и условиями ее самоочищения. К схемам расчета, наиболее сложно построенным, можно отнести метод расчета потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА), положенный в основу карты «Потенциал загрязнения атмосферы на территории России и сопредельных государств (бывший СССР)», авторов А.В. Дончевой и Л.В. Клименко, 2002. При расчете ПЗА в этой работе учитывались характеристики переноса воздушных масс (направление, абсолютные значения, интенсивность); факторы, способствующие загрязнению атмосферы (штиль, туманы, изотермические инверсии, опасные скорости ветра); факторы, способствующие самоочищению атмосферы (осадки, грады, суммарная радиация, доза ультрафиолетовой радиации, безморозный период и т.д.).

Представляется, что сегодня проблема разработки алгоритма простого, но чутко улавливающего метеоусловия, формирующие потенциал загрязнения атмосферы, дополняется проблемой оценки изменений, происходящих в метеопараметрах (в связи с обсуждаемым изменением климата).

Материалы и методы. Результаты и их обсуждение

Расчеты МПА по формуле (1), произведенные по метеостанциям Орловской области в условиях среднего многолетнего года и 2004 года (являющегося многоводным по условиям увлажнения: обеспеченность годовой суммы осадков в многолетнем ряду в 2004 году составила 23%), показали следующее (табл. 1).

Таблица 1

Средние месячные значения МПА

Пара-метр	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средние многолетние месячные значения МПА1													
МПА	0,66	0,61	0,69	0,49	0,48	0,62	0,60	0,79	0,76	0,52	0,67	0,62	0,62
Средние месячные значения МПА1, 2004 г. (23% обеспеченности в многолетнем ряду)													
МПА	0,13	0,18	0,36	0	0,08	0,08	0,46	0,66	0,50	0,31	0,49	0,53	0,32

Примечание к табл. 1: МПА1 рассчитан по формуле (1).

Средняя многолетняя месячная величина МПА1 для исследуемой территории изменяется от 0,48 до 0,79. То есть можно утверждать, что над территорией области в атмосфере преобладают процессы, способствующие рассеиванию примесей. Вместе с тем следует констатировать, что внутри года не все месяцы являются одинаково благоприятными для очищения атмосферы. Наименее способствуют рассеиванию примесей в атмосфере метеоусловия в марте, августе и сентябре (МПА1 изменяется от 0,69 до 0,79). В эти месяцы наибольший вклад в процесс самоочищения атмосферы вносят осадки, превышающие 0,5 мм. В марте также велик вклад ветров, скорость которых более 6,0 м/сек (24,7%). В августе и сентябре вклад этого компонента МПА снижается до 7,9 — 12,5%, зато возрастает роль штилей, ухудшающих рассеивающую способность атмосферы: если в марте повторяемость штилей составляет 14,1%, то в августе — 26,6%, а в сентябре — 23,5%. Вклад туманов в ухудшение самоочищающей способности атмосферы растет весной: в марте их вклад достигает 25,8%. Зимой МПА1 снижается до 0,52 — 0,66. Все так же остается высокой роль осадков в самоочищении атмосферы — 35,4–42,3%. Роль ветра оценивается в 24,3–29%, туманов — в 25–30%. Летом, в июне и июле, МПА1 составляет 0,60–0,62. Наибольший вклад в его формирование вносят все те же осадки: 34,3–39,4%.

Как изменились условия в последние годы? Обращает на себя внимание, что в 2004 году (оцениваемом как многоводный по годовой сумме осадков) снизились значения МПА во все месяцы

года. Это значит, что в многоводные годы стали преобладать в большей степени, чем в среднем многолетнем, процессы, способствующие очищению атмосферы. Годовая сумма осадков в 2004 году превысила норму на 103 мм (норма — 578 мм). Анализ ранжированного ряда годовых сумм осадков показал, что до 2007 года тенденция к росту увлажнения не менялась в течение ни последних (до 2007 года) 19, ни последних 13 и 9 лет. Казалось бы, совершенно очевиден также факт потепления самого холодного зимнего месяца — января. Это подтверждали как скользящие средние за период в 19 лет, так и за 9, 11, 13 лет. Вместе с тем 2006 год нарушил плавное течение «процесса потепления». Январь был холоднее нормы на 0,9°, июль — холоднее на 0,5°. Февраль 2006 года оказался холоднее января (–12,6°); июнь — теплее июля (18,5°); август — еще теплее (18,6°). Возможно, мы стоим на пороге смены климатической области с континентальным типом хода температур на умеренно-морской тип хода температур? Анализ показал следующее. В среднем за многолетний период с 1947 года февраль был холоднее января в 55% случаев. В последние годы, с 1999 по 2007 год, из 9 лет в 7 годах февраль — холоднее января. В целом можно сделать общий вывод: высока степень неопределенности оценки современной тенденции изменения климата. В таблице 2 приводятся данные об обеспеченности в многолетнем ряду годовой суммы осадков за период до 2008 года. Обращает на себя внимание смена условий увлажнения в последние годы. 2007 год оказался по осадкам в зоне средних (и выше средних) обеспеченностей. То же характерно и для 2008 года.

Таблица 2

Обеспеченность (%) годовых сумм осадков (Орел) в многолетнем ряду

1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
38	24	71	48	72	21	61	16	8	43	51	14	33	18	23	35	11	65	62

Очевидно одно: особенности метеорологических условий атмосферы над областью таковы, что

можно с уверенностью говорить о достаточно высоком ее экологическом потенциале. Резервы

экологической емкости приземных слоев атмосферы [1] также достаточно велики, поэтому можно считать, что область характеризуется достаточно высоким «экологическим резервом безопасности атмосферы». Как на самом деле обстоит ситуация, можно оценить лишь при сравнении экологической емкости атмосферы и величины поступающих в атмосферу загрязняющих веществ (как от местных источников, так и от трансграничных потоков). При этом важно рассчитывать конкретный объем кислорода в атмосфере над областью и объем его затрат на окисление загрязняющих веществ. Объемы кислорода будут зависеть как от продуцирования его местными растительными сообществами, так и от сменяемости воздушных потоков над территорией области. Расчет степени заполненности экологической емкости атмосферы, произведенный для города Орла [10], показал, что город является реципиентом для окружающей его территории (то есть город не в состоянии восполнить потребный ему объем кислорода для окисления основных ЗВ, выбрасываемых стационарными источниками загрязнения (предприятиями) и транспортом города). Площадь лесов — основных доноров кислорода — в Орловской области составляет всего 8%. Самым большим потребителем кислорода является город Орел. Однако баланс воспроизводства кислорода для него отрицательный (потребление на окисление основных ЗВ в два раза больше, чем его продуцирование биогеоценозами города): около 22 тыс т.

Анализ определяющих факторов экологической емкости приземных слоев атмосферы показал, что емкость атмосферы зависит от сменяемости потоков воздуха, т.е. от скорости ветра на высоте 10 м. Оказалось, что среди метеостанций ЦФО наибольшие скорости ветра на м/с Брянск, Орел, Курск, Белгород, Жердевка. При этом наилучшие усло-

вия для самоочищения атмосферы — у Белгорода. Орел в ранжированном (расположенном по убыванию скорости ветра) ряду занимает 4-е место среди 21 м/с. То есть Орел с упомянутыми городами является как бы лежащим на «ветровой оси» (табл. 3).

Таблица 3

Ранжированный ряд скорости ветра по метеостанциям Центральной России

Метеостанции	Скорость ветра
Белгород	4,8
Жердевка	4,4
Брянск	4,3
Орел	4,3
Курск	4
Моршанск	3,9
Конь-Колодезь	3,9
Мичуринск	3,8
Воронеж	3,8
Богородицкое-Фенино	3,8
Мценск	3,7
Тула	3,6
Тамбов	3,6
Калуга	3,5
Елец	3,5
Жуковка	3,2
Трубчевск	3,2

Второй важный метеорологический параметр, способствующий самоочищению атмосферы, — осадки. Они входят в числитель формулы (1). Из таблицы 2 можно заключить, что последние годы (кроме 1992, 1994, 2007 и 2008) по осадкам находятся, как уже упоминалось, в зоне средних и низких обеспеченностей. Но следует отметить, что вымывание примесей идет наиболее активно в случае выпадения интенсивных осадков. Какова ситуация с ними?

Анализ показал следующее (табл. 4–5).

Таблица 4

Среднее число дней с количеством осадков ≥ 10 мм за год (Орел)

ср. мн., мм	1995 (21%)	1996 (61%)	1997 (16%)	1999 (43%)	2000 (51%)	2001 (14%)	2002 (33%)	2003 (18%)	2004 (23%)	2005 (35%)	2006 (11%)	2007 (65%)	2008 (62%)
14	25	14	15	18	12	17	20	18	20	20	21	14	14

Таблица 5

Среднее число дней с количеством осадков
≥ 10 мм за месяц (Орел)

Месяц	≥10 (среднее многолетнее)	2000 (51%)	2001 (14%)	2002 (33%)	2007 (65%)
1	0,2	0	0	0	1
2	0,1	0	1	3	2
3	0,5	0	1	0	1
4	0,7	0	0	0	0
5	1,6	1	2	3	0
6	2	1	2	1	1
7	2,7	4	3	1	3
8	1,9	1	2	0	1
9	1,3	4	3	7	2
10	1	0	2	3	1
11	0,8	0	1	1	2
12	0,7	1	0	1	0
Год	14	12	17	20	14

Вывод, который можно сделать по данным таблиц 4 и 5, следующий. В многоводные годы число дней с осадками ≥ 10 мм возрастает (до 20–25); в годы, средние по водности, число дней с осадками ≥ 10 мм остается в пределах нормы или даже несколько меньше (12–14 дней). Этим объясняется тот факт, что в последние 2007 и 2008 годы (обеспеченность годовой суммы осадков в которых составляет соответственно 65% и 62%) число дней с осадками ≥ 10 мм снизилось до нормы.

Месяцем с наибольшим числом дней с осадками ≥ 10 мм в последние многоводные годы может быть признан **сентябрь** и в меньшей степени — **июль** (в среднем многолетнем разрезе таким месяцем был июль). Повторяемость ситуации в сентябре в многоводные годы выросла в 3–6 раз. К слову сказать, этот вывод свидетельствует о возросшей в многоводные годы опасности активизации эрозионных процессов (поля убраны, почва уже не скреплена корневой системой растений, смыл с пашни активизируется именно в случае выпадения интенсивных дождей в такие периоды.). Эти выводы не относятся к 2007 и 2008 годам. Эти годы, как уже упоминалось, могут быть оценены как средние по водности. А в средние по водности годы повторяемость сильных осадков, как следует из таблицы 5, приходится на июль, когда почва защищена от смыва растительностью.

Исходя из этого, можно утверждать, что расчет МПА следует вести, основываясь в том числе на данных о сильных осадках (не менее 10 мм).

В таблице 6 приведены данные расчета МПА (по Тунеголовцу — КМЗА), с добавлением в расчетную схему влажности ≥ 80% (как рекомендовали Тунеголовец и др.): $(КМЗА = (P_{III} + P_T + P_{\geq 80\%}) / (P_O + P_B))$ (2)). В таблице 7 приведены результаты расчета МПА по формуле (4), дополнительно учитывающей влажность ≤ 30% (иссушение воздуха способствует его запылению), грозы, сильные осадки ≥ 10 мм.

Таблица 6

Метеорологический потенциал атмосферы (средний за многолетний период), рассчитанный
с учетом высокой влажности (≥ 80%) и без ее учета

Месяц	КМЗА Курск (с учетом влажности ≥ 80%)	МПА I Курск (без учета влажности ≥ 80%)	КМЗА I Воронеж (с учетом влажности ≥ 80%)	МПА I Воронеж (без учета влажности ≥ 80%)
январь	1,26	0,44	1,62	0,72
февраль	1,15	0,38	1,67	0,86
март	1,25	0,47	1,85	0,93
апрель	0,79	0,42	1,1	0,73
май	0,75	0,48	0,89	0,73
июнь	0,9	0,6	1,02	0,86
июль	0,97	0,68	1,06	0,9
август	1,35	1,02	1,48	1,2
сентябрь	1,4	0,9	1,54	1,17
октябрь	1,24	0,52	1,3	0,75
ноябрь	1,72	0,52	2,09	0,87
декабрь	1,59	0,43	2,06	0,78
год	1,21	0,54	1,5	0,86

Примечание к табл. 6: КМЗА рассчитан по формуле (2).

Расчет по формулам (1) и (2) и сравнение результатов на примере Воронежа и Курска [11] (табл. 6) показали, что добавление в расчетную схему высокой влажности «ужесточило» критерий оценки самоочищающей способности атмосферы. То есть если без учета высокой влажности значения МПА превышали 1,0 в 1–2 месяце в году (повторяемость около 17%), то введение повторяемости высокой влажности в схему расчета увеличило как повторяемость МПА, превышающего 1,0, до 11 месяцев (92%), так и саму величину МПА до 2,09. То есть практически все месяцы стали характеризоваться как месяцы с преобладанием процессов, способствующих накоплению примесей. Этот вывод подтверждает и анализ внутригодового хода МПА. Введение в расчетную схему относительной влажности позволило выявить месяц, наиболее благоприятный по условиям самоочищения атмосферы. Это — май: в мае МПА одинаково мал (по крайней мере, не превышает 1,0), будучи рассчитанным как только с учетом повторяемости туманов, штилей, так и с дополнительным учетом высокой относительной влажности. А вот месяцы, которые в первом варианте были оценены как экологически самые неблагоприятные (например, август в Воронеже с МПА, равным 1,2), теперь лишились этого статуса (максимальное значение КМЗА стало фиксироваться в ноябре и превысило 2,0).

Эти выводы нам показались недостаточно убедительными, чтобы считать КМЗА (МПА2) предпочтительным при оценке рассеивающей способности атмосферы. Ужесточение оценки, видимо, произошло вследствие того, что добавление повторяемости влажности $\geq 80\%$ только в числитель, без введения в знаменатель альтернативного параметра, фактически привело к формальному увеличению числителя без изменения знаменателя. Очевидно, что это неверно. Поэтому было решено дополнить алгоритм другими параметрами (формулы 3 и 4). Для обоснования принятия более простой схемы расчета было проведено сравнение МПА, рассчитанных по формулам (3) и (4):

$$МПА2 = (P_{Ш} + P_T + P_{ВЛ \geq 80\%}) / (P_O + P_B + P_{Г}), \quad (3)$$

$$МПА3 = (P_{Ш} + P_T + P_{ВЛ \geq 80\%} + P_{ВЛ \leq 30\%}) / (P_O + P_B + P_{Г+} + P_{О \geq 10 \text{ мм}}), \quad (4)$$

где P — повторяемость (%) $Ш$, T , $ВЛ \geq 80$, O , B , $Г$, $ВЛ \leq 30$, $O \geq 10$ соответственно штилей, туманов, влажности $\geq 80\%$, осадков не менее 0,5 мм, ветра, скорость которого ≥ 6 м/сек., гроз, влажности $\leq 30\%$, осадков ≥ 10 мм.

Расчеты МПА, произведенные по формулам (3) и (4), показали, что оценка МПА2 совершенно очевидно становится более корректной, нежели при расчетах КМЗА по формуле, учитывающей в числителе дополнительно повторяемость влажности $\geq 80\%$. То есть налицо некоторое ужесточение оценки МПА по сравнению с оценкой по методу Т.С. Селегей (диапазон изменений МПА2 вырос и составил 0,31–1,46) (табл. 7). Кроме того, теперь появилась возможность (так же как у Русанова [9]) выделения градаций МПА: МПА до 0,8 (в атмосфере преобладают процессы, способствующие рассеиванию примесей); МПА от 0,8 до 1,0 (преобладают процессы, способствующие рассеиванию примесей, или с одинаковой частотой проявляются процессы, обуславливающие рассеивание и накопление их); МПА от 1,0 до 1,2 (с равной частотой происходят процессы, способствующие накоплению и рассеиванию примесей, или преобладают процессы, способствующие их накоплению); МПА более 1,2 (преобладают процессы, способствующие накоплению примесей).

Очевидно, что МПА2 и МПА3 более чутко улавливают колебания условий, способствующих накоплению и рассеиванию примесей в атмосфере. По методу Т.С. Селегей все месяцы характеризуются преобладанием процессов, способствующих рассеиванию примесей. По КМЗА в восьми месяцах из двенадцати преобладают процессы, способствующие накоплению примесей в атмосфере, что нельзя признать правильным.

Расчет МПА2 позволяет констатировать, что в среднем многолетнем апрель—сентябрь являются месяцами с преобладанием процессов, способствующих рассеиванию примесей (МПА2 — до 0,8). Январь, март, октябрь могут быть отнесены к месяцам, когда с равной частотой происходят процессы, способствующие накоплению и рассеиванию примесей (МПА2 около 1), или преобладают процессы, способствующие рассеиванию примесей (МПА2 0,8–0,9); ноябрь и декабрь —

Таблица 7

Сравнительная оценка МПА, рассчитанного по формулам (1–4)

Месяц	МПА1	КМЗА	МПА2	МПА3
1	0,42	1,26	1,04	1,02
2	0,36	1,15	0,91	0,89
3	0,42	1,25	0,96	0,75
4	0,40	0,79	0,54	0,72
5	0,44	0,75	0,32	0,34
6	0,57	0,9	0,31	0,40
7	0,65	0,97	0,34	0,39
8	0,92	1,35	0,53	0,62
9	0,81	1,4	0,78	0,83
10	0,48	1,24	0,94	0,93
11	0,49	1,72	1,46	1,38
12	0,41	1,59	1,41	1,36
Год	0,51	1,21	0,82	0,86

это месяцы, когда в атмосфере преобладают процессы, способствующие накоплению примесей (МПА2 больше 1,2).

При условии установления корреляционной связи с содержанием ЗВ в воздухе возможно более корректное уточнение сделанных выводов. Пока же мы можем сослаться на исследования Русанова, 1992, который установил достаточно значимую связь между содержанием ЗВ в воздухе и значениями МПА,

рассчитанными по методу Т.С. Селегей (МПА1).

Следующим этапом является поиск наиболее оптимальной схемы расчета. Для обоснования упрощения схемы расчета был проведен корреляционный анализ МПА по 14 метеостанциям. Он показал, что МПА2 и МПА3 имеют тесную связь. Это позволяет считать формулу расчета МПА2 более целесообразной (как более простую) для практического применения.

Библиографический список

1. Акимов Т.В., Хаскин В.В. Экология. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 455 с.
2. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. — Л.: Гидрометеиздат, 1980.
3. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 200 с.
4. Григорьева Е.А., Деркачева Л.Н., Тунеголовец В.П. Методические подходы к оценке пространственно-временной динамики самоочищающей способности атмосферы южной части Дальнего Востока // Проблемы региональной экологии. — 2005. — № 3. — С. 33–38.
5. Лапина С.Н., Полянская Е.А., Фетисова Л.М. Метеорологический потенциал рассеивающей способности атмосферы Саратовской области // Геоэкологические проблемы современности: Доклады 2-й Международной конференции. — Владимир, 18–20 сентября 2008 г. — С. 129–130.
6. Селегей Т.С. Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы Сибирского экономического района // Тр. Зап.-Сиб. рег. НИГМИ. — М.: Гидрометеиздат, 1989. — Вып. 86.
7. Селегей Т.С. Метеорологический потенциал атмосферы Сибирского экономического региона // Тез. докл. Всесоюз. совещ. — Красноярск, 1989. — Ч. 2.
8. Селегей Т.С., Юрченко И.П. Потенциал рассеивающей способности атмосферы // География и природные ресурсы. — 1990. — № 2. — С. 132–137.
9. Русанов Ю.В. Метеорологические условия загрязнения атмосферы над Томской областью // География и природные ресурсы. — 1992. — № 3. — С. 60–65.

10. Трофимец Л.Н. Подходы к расчету экологической емкости и техногенной нагрузки в схеме оценки экологической безопасности Орловской области. Геоэкологические проблемы современности. Доклады 2-й Международной конференции. — Владимир, 18–20 сентября 2008 г. — С. 237–239.
11. Трофимец Л.Н., Иванов В.Г., Герасимова Е.М., Тарасов А.В. Условия рассеивания примесей в атмосфере над южными районами Орловской области. Геоэкологические исследования и их отражение в географическом образовании: сб. статей по матер. Междунар. науч.-практич. конф., 26–27 ноября 2007 г. — Курск: Курск. гос. ун-т, 2007. — 195 с.

L.N. TROFIMETZ, A.B. TARASOV

METEOROLOGICAL ATMOSPHERE POTENTIAL UNDER THE CHANGING HUMIDIFICATION CONDITIONS

The work gives comparative data on the meteorological atmosphere potential covering a long-term period, including the high-water years of the air humidity recurrence Al 80% and Le 30% and of the frequency of precipitation Ae 10mm and storms to the design diagrams toughens the evaluation of the MAP.

А.В. ЩЕРБАКОВ, ст. преподаватель кафедры географии
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 77-78-18

РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОРЛОВСКОЕ ПОЛЕСЬЕ», НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Экологическим называют туризм, включающий путешествия в районы нетронутой природы с целью получения представления о природных и культурно-этнографических особенностях данной местности.

Появление экологического туризма и его развитие объясняются стремлением свести к минимуму изменения окружающей среды. При условии грамотного развития экологический туризм может сыграть свою роль в разрешении современного социально-экологического кризиса. Он содействует охране природы и традиционных культур. Возрастающий спрос в этом секторе туризма приводит к созданию новых особо охраняемых природных территорий, в первую очередь национальных и природных парков.

Ключевые слова: экологический туризм, окружающая среда, природные парки, национальный парк, природные объекты и явления, деградации травяного покрова.

В экологический туризм вовлекаются уникальные природные объекты и явления, природные резерваты. Мировой опыт свидетельствует, что экологический туризм — реальный инструмент реализации идей устойчивого развития. Экологический туризм способствует социально-экономическому развитию регионов страны. При этом необходимо управлять процессом влияния туризма на природу. Необходимо путем образовательных и воспитательных моментов (уважительное и гуманное отношение к местным жителям, животным, растениям) и демонстрации того, как нельзя поступать, повысить уровень знаний туристов об окружающей среде.

Научный экологический туризм является источником информации об отдельных малоизученных районах. В ходе научных экологических туров туристы участвуют в различного рода исследованиях природы, ведут полевые наблюдения. Создание условий для регулируемого туризма и отдыха является одной из основных задач национального парка. Развитие туризма в национальных парках должно стать важным направлением экономического развития территории, способствовать повышению занятости местного населения и улучшению его жизненного уровня. Необходимо поддерживать и развивать инициативы местных жителей и организаций по развитию туристской инфраструктуры.

Национальный парк «Орловское Полесье», расположенный на территории Хотынецкого и Знаменского районов Орловской области, образован Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 января 1994 года.

В соответствии с распоряжением Главы администрации Орловской области Е.С. Строева от 20 апреля 1995 года создана межведомственная комиссия для разработки мероприятий по организации и развитию национального парка.

Территория парка включает в себя уникальные, редкие и репрезентативные объекты живой природы, а также многочисленные памятники истории и культуры разных эпох. В парке, расположенном в бассейне реки Вытебеть, являющейся составной частью бассейна рек Оки и Волги, имеется много видов редких и исчезающих растений и животных.

Зона познавательного экологического туризма предназначена для сохранения и демонстрации посетителям природно-исторических ландшафтов, организации экологического просвещения и ознакомления с достопримечательными объектами национального парка. В зону включены особо живописные участки национального парка «Орловское Полесье», уникальные объекты природы, растительные сообщества, отдельные места обитания ценных в познавательном и эстетическом отношении видов растений и животных.

Национальный парк «Орловское Полесье» — это уникальный природный объект. Именно на этой территории начаты самые крупные в России проекты по восстановлению вольно живущей группировки зубра, гордости российских лесов.

Национальный парк «Орловское Полесье» стал рекламным продуктом, показывающим уникальные природные объекты Орловщины. В парке ежегодно организуются экспедиции по изучению флоры и фауны.

Путешествуя по национальному парку «Орловское Полесье», туристы могут увидеть уникальные виды растений, редкие и охраняемые, такие как линнея северная, багульник болотный, росянка круглолистная, гайдыра ползучая. Животный мир весьма разнообразен и достаточно богат. Некоторые виды животных занесены в Красную книгу Российской Федерации, такие как: черный

аист, орел-бвмееяд, серый журавль, сизоворонка, выхухоль, зубр европейский и др.

В парке проведены трассировка и обустройство различных по протяженности и способам передвижения туристических и экскурсионных маршрутов (пеших, конных, автомобильных), видовых площадок, мест отдыха, укрытий от непогоды. Общая ширина рекреационного коридора, по которому разрешено передвижение туристов, — 200 м (по 100 с обеих сторон маршрута).

Ночлег и остановки на маршрутах разрешаются только в специально отведенных местах. Разрешаются любительское рыболовство, сбор грибов, орехов и ягод, размещение палаточных лагерей.

Эксперты центра показывают международным экспертам «жемчужины» российской земли — вольно живущую группировку зубров, чистейшие родники, богатые черноземы. Широкая общественная поддержка природоохранных инициатив нуждается в достойном представлении имеющихся природных ценностей.

Считается, что улучшение социального положения населения в регионе, в том числе коренного, может быть связано с развитием экологического туризма. Потенциальными посетителями парка являются туристы без научных целей: любители природы, любители экзотики, желающие отдохнуть вдалеке от города, туристы, преследующие научные цели: студенты, обучающиеся на факультете естественных наук университета (прохождение полевых практик, сбор материала для курсовых и дипломных работ, образовательные поездки). Одной из важнейших общественных задач национального парка является создание благоприятных условий для удовлетворения потребностей граждан в непосредственном общении с природой и культурном отдыхе при обеспечении сохранности уникальных природных и историко-культурных объектов. Для каждого вида туристической деятельности должны быть установлены допустимые рекреационные нагрузки, учитывающие природные и историко-культурные особенности используемых участков. Порядок и сроки посещения национального парка, допустимое количество посетителей в различные периоды года, приемлемые виды туризма и отдыха для

разных функциональных зон, а также правила поведения на территории национального парка определяются его администрацией.

На базе национального парка «Орловское Полесье» проводятся экскурсии со студентами по специальности, «социально-культурный сервис и туризм».

Студенты знакомятся с редкими растениями и животными парка, с лесохозяйственными мероприятиями, проводимыми в национальном парке, с ландшафтами парка, знакомятся с результатами научных исследований.

Рекреации, проводимые в национальном парке, оказывают прямое воздействие на видовой состав растительности. Особенно это характерно для приземного слоя, подверженного вытаптыванию, образованию большого числа автомобильных дорог, что ведет к локальной деградации травяного покрова.

Наиболее сильное воздействие на природу связано с охотой и рыбной ловлей, которые сокращают популяции некоторых видов животных и рыб. Большое скопление людей на территории парка также способно нарушить жизнедеятельность диких животных, особенно птиц и крупных млекопитающих. Животных беспокоит шум радиоприемников, двигателей автомобилей. Неко-

торые из них меняют свое поведение, птицы покидают гнезда, нарушается их размножение. В результате вытаптывания уничтожается приземная флора, вместе с тем погибают насекомые, которые в ней обитают.

Неконтролируемая туристическая деятельность оказывает серьезное влияние на эстетические качества ландшафта. Самое распространенное проявление такого воздействия связано с мусором, оставленным туристами вдоль дорог и туристических стоянок. Другой серьезной проблемой в национальных парках по всему миру является вандализм. Он выражается во многих формах, включая сдирание коры со стволов деревьев, разрушение заборов и изгородей и другие надругательства над окружающей средой.

Для предотвращения возможного негативного воздействия на охраняемые природные комплексы на землях, не изъятых из хозяйственного использования, следует не допускать расширения и строительства новых хозяйственных объектов, восстановления деятельности предприятий и объектов высоких классов санитарной вредности и иной деятельности, влекущей за собой нарушение условий охраны биологического и ландшафтного разнообразия.

Библиографический список

1. Гусев О.К. Заповедники и туризм [Текст]. О.К. Гусев // Охота и охотничье хозяйство. — 1969. — № 9.
2. Борисов В.А., Белоусова Л.С., Винокуров А.А. Охраняемые природные территории мира. Национальные парки, заповедники, резерваты [Текст]. В.А. Борисов, Л.С. Белоусова, А.А. Винокуров // Справочник. — М.: Агропромиздат, 1985. — 310 с.
3. Кекушев В.П. Введение в экологический туризм [Текст] В.П. Кекушев // Материалы к лекциям. — М.: Издательство МНЭПУ, 1999. — 39 с.

A.V. SHERBAKOV

ECOLOGICAL TOURISM DEVELOPMENT ON THE EXAMPLE OF «ORLOVSKOJE POLESJE» NATIONAL PARK; NEGATIVE INFLUENCE OF TOURIST ACTIVITY ON THE ENVIRONMENT

Ecological tourism is a tourism including traveling to the regions with untouched nature to obtain the general idea of the natural and cultural-ethnographical peculiarities of the area.

Ecological tourism appearing and development are explained by the tendency to minimize the environmental changes. In case of its clever development ecological tourism can play its role in solving the present social-ecological crisis. It helps in environment and traditional cultures preservation. The increasing demand in this sector of tourism leads to creating new specially preserved nature territories, first of all national and natural parks.

Key words: **ecological tourism, environment, nature parks, national park, nature objects, grass coverage degradation.**

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Г.А. СИМОНОВ, доктор сельскохозяйственных наук, ОАО «Газпром»
Тел. 8-915-002-59-97

В.С. НИКУЛЬНИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 47-60-54

Е.А. АТРОХОВА, аспирант Орловского государственного университета
Тел. 8-903-880-53-82

Ю.В. ФАТЕЕВА, аспирант Орловского государственного университета
Тел. 8-960-655-84-18

ВЛИЯНИЕ СТРЕССРЕАКТИВНОСТИ СВИНЕЙ НА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ, ОТКОРМОЧНУЮ И МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Стресс-устойчивые ремонтные свинки обладают на 112 г большей энергией роста и меньше затрачивают корма на единицу продукции, также по скороспелости они превосходят своих сверстниц на 22 дня.

Стресс-устойчивые животные слабее реагируют на технологические раздражители и показывают более высокие результаты на откорме.

Ключевые слова: стресс-реактивность, стресс-устойчивость, стресс-чувствительность, селекция, «кризис-отъем», скороспелость.

Свиноводческая отрасль располагает наибольшим потенциалом для интенсивного наращивания мясных ресурсов, что позволяет существенно улучшить экономические показатели многих сельхозпроизводителей в нашей стране.

Одним из важных элементов племенной работы в свиноводстве является поиск методов ранней оценки и отбора молодняка с наследственными задатками высокой продуктивности и раннего полового созревания. Поэтому повышение эффективности отбора высокопродуктивных животных на племя сегодня представляет особый интерес в племенном деле.

В настоящее время продолжается интенсивная селекция свиней на мясность, планируется резкое повышение продуктивности животных на уровне их физиологических возможностей (Бабеев А.А., 1993; Бекенев В.А., 1996; Баньковский Б., 1996 и др.). В то же время высокое содержание мяса в тушах и промышленная технология содержания стали причиной серьезных физиологических изменений в организме свиней: резкое снижение качества мышечной ткани, падение естественной резистентности организма и увеличение его стресс-чувствительности.

Таблица 1

Рост и развитие ремонтных свинок

Показатели	Стресс-устойчивые $M \pm m$	Стресс-чувствительные $M \pm m$
Количество животных при выращивании, гол.	70	70
Живая масса поросят при отъеме, кг	$20,5 \pm 0,6$	$19,2 \pm 0,4$
Среднесуточный прирост за 10 дней после отъема, г	$270 \pm 29^{**}$	158 ± 23
Среднесуточный прирост за период выращивания, г	$690 \pm 9,3^{**}$	$650 \pm 8,0$
Скороспелость, дн.	$184 \pm 7,0^*$	$206 \pm 6,3$
Длина туловища, см	$124 \pm 2,1$	$123 \pm 3,5$
Толщина шпика, мм	$33,3 \pm 0,5$	$34,7 \pm 0,8$

* $P > 0,05$; ** $P > 0,01$

Важным элементом в производственных условиях считается выявление начала развития стресса у животных, для того чтобы своевременно провести определенные мероприятия по устранению стрессора или смягчению его воздействия.

В настоящее время ищутся различные пути повышения стресс-устойчивости свиней: в раннем возрасте выявляют животных, предрасположенных к стрессу, используют методы скрещивания и гибридизации для улучшения качества мышечной ткани, элиминацию стресс-неустойчивых животных в породах и типах.

Поскольку свиньи разных пород, типов, линий различаются по стресс-чувствительности, то одним из основных путей профилактики отрицательного влияния стрессов является селекционный. Для этого определяют (Максимов Г., Максимов А., 2007) реакцию животных на действие стрессоров, затем исключают из воспроизводства носителей генов чувствительности к стрессу, прежде всего хряков. Для решения этой задачи разрабатываются различные методы раннего прогнозирования стресс-чувствительности. Одним из них является метод «кризис-отъема».

Цель нашей работы — установить степень стресс-реактивности у свиней ливенской породы с помощью метода «кризис-отъема». Для этого в ОАО Агрофирма «Ливенское мясо» Орловской области подобрали две группы свинок ливенской породы двумесечного возраста по 70 голов, из которых в одной были стресс-чувствительные, а в другой — стресс-устойчивые. Стресс-устойчивость поросят определяли по методу В.А. Коваленко (1988), который заключается в оценке прироста поросят в течение 10 дней после отъема: показавших прирост выше среднего по группе относили к стресс-устойчивым, ниже среднего — к стресс-чувствительным. Результаты полученных данных по опыту показывают (табл. 1), что при контрольном выращивании ремонтных свинок ливенской породы наблюдается тенденция преобладания стресс-устойчивых животных над стресс-чувствительными сверстницами, определенных по методу «кризис-отъема».

Так, стресс-устойчивые ремонтные свинки по скороспелости (возраст достижения массы 100 кг) превосходят своих стресс-чувствительных сверстниц на 22 дня ($P > 0,05$), по среднесуточному приросту — на 40 г и 112 г ($P > 0,01$). Показатели длины туловища и толщины шпика у животных в зависимости от стресс-реактивности несущественно отличались между собой, тем не менее установлено преобладание стресс-чувствительных ремонтных свинок по толщине шпика на 1,4 мм.

По воспроизводительным качествам свиноматок-первоопоросок также наблюдается (табл. 2) преобладание стресс-устойчивых животных над стресс-чувствительными сверстницами. Так, превосходство по многоплодию составило 0,8 поросенка, или 8,8%, по молочности — 3,6 кг, или 6,2%, и по массе гнезда в 2 месяца — 31,6 кг ($P > 0,05$).

По живой массе 1 поросенка при отъеме в 2 месяца также установлены достоверные различия на 3,3 кг ($P > 0,05$) по превосходству стресс-устойчивых животных. Сохранность поросят к отъему у стресс-устойчивых животных была выше на 6,8% ($P > 0,05$), чем у сверстниц, чувствительных к стрессу.

Таблица 2

Воспроизводительные качества свиноматок различной стресс-реактивности, определенные по методу «кризис-отъема»

Показатели	Стресс-устойчивые	Стресс-чувствительные
Опоросилось маток, гол.	35	38
Многоплодие, гол.	10,9 ± 0,31	10,1 ± 0,52
Крупноплодность, кг	1,2 ± 0,02	1,0 ± 0,01
Молочность, кг	58,2 ± 1,62	54,6 ± 1,80
Масса гнезда в 2 месяца, кг	182,3 ± 10,2*	150,7 ± 10,1
Живая масса 1 поросенка в 2 месяца, кг	20,3 ± 1,14*	17,0 ± 1,16
Количество поросят при отъеме на 1 матку, гол.	9,7 ± 0,15	9,0 ± 0,20
Сохранность поросят, %	93,6 ± 2,12*	86,8 ± 2,60

* $P > 0,05$

Следовательно, результаты научно-хозяйственных опытов позволяют нам сделать следующие выводы:

Стресс-устойчивые ремонтные свинки обладают на 112 г ($P > 0,01$) большей энергией роста и меньше затрачивают корма на единицу продукции, также по скороспелости они превосходят своих сверстниц на 22 дня ($P > 0,05$).

Стресс-устойчивые свиноматки превосходят по воспроизводительным качествам своих сверстниц: по многоплодию — на 8,8%, по молочности — на 6,2% и по массе гнезда в 2 месяца — на 31,6 кг ($P > 0,05$).

Таким образом, при современной промышленной технологии ведения свиноводства стресс-устойчивые животные оказываются в более выгодном положении, так как слабее реагируют на технологические раздражители и показывают, как следствие, более высокие показатели на откорме, сопровождающиеся меньшими потерями.

Приведенные данные позволяют рекомендовать шире использовать оценку стресс-чувствительности методом «кризис-отъема» и интенсивного выращивания ремонтного молодняка, как наиболее простой и эффективный способ повышения продуктивности животных. В дальнейшем эта работа позволит увеличить производство и улучшить качество свинины, что в конечном счете удовлетворит потребность общества в этом ценном продукте питания.

G.A. SIMONOV, V.S. NIKULNIKOV, E.A. ATROKHOVA, J.V. FATEEVA

SWINE STRESSREACTIVITY INFLUENCE ON REPRODUCTIVE FEEDING AND MEAT PRODUCTIVITY

Stress-steady repair gilts possess on 112 gramme hight energy of growth and spend forages for a unit of production less, also they surpass the contemporaries in precocity for 22 days.

Stress-steady animals react on technological disturbing ragrating more poorly and show more good results on fatten.

В.С. НИКУЛЬНИКОВ, *nvs@rekom.ru*

Е.А. АТРОХОВА

А.И. АТРОХОВ, аспирант

Орловского государственного университета

Тел. 8-903-880-53-82

УЛУЧШЕНИЕ МЯСНЫХ И ОТКОРМОЧНЫХ КАЧЕСТВ СВИНЕЙ ПУТЁМ СКРЕЩИВАНИЯ ПОРОД

Установлено, что скрещивание свиноматок крупной белой породы с хряками ливенской, ландрас и дюрок в условиях товарного свиноводческого комплекса способствует повышению их воспроизводительных, откормочных и мясных качеств.

Ключевые слова: скрещивание, мясность, селекция, трехпородные животные, генотип, наследуемость, гемоглобин, влагоемкость.

Высокий коэффициент наследуемости имеет мясность свиней, но при скрещивании пород происходит промежуточное наследование этого признака. Если одна порода имеет выход мяса в туше 54%, а другая — 58%, то у потомства от скрещивания этих пород мясность туш повысится не на 4%, а только на 2%.

Используя эту закономерность, во многих товарных хозяйствах применяют скрещивание ряда пород для повышения мясности туш. Для этого используют породы, хорошо отселекционированные по мясным качествам.

История зоотехнической практики располагает опытом улучшения скороспелости и откормочных качеств местных свиней путем скрещивания их с беркширской и крупной черной породами. Эти породы скороспелы, но не обладают высокой мясностью, при скрещивании маток крупной белой породы с хряками беркширской и крупной черной пород в многочисленных опытах повышались среднесуточные приросты на откорме, снижался расход корма на прирост, но происходило осаливание туш и уменьшение на 3–4% содержания мяса в тушах.

Наиболее полно изучены в скрещивании с нашими отечественными породами хряки породы ландрас. Однако не всегда по всем показателям продуктивности получены положительные результаты, но повышение мясности туш отмечают многие исследователи.

В многочисленных исследованиях, проведенных в нашей стране, установлено, что многолетняя селекция свиней породы ландрас на повышение их откормочной и мясной продуктивности, увеличение длины туловища привела к формированию у них некоторых морфофизиологических особенностей, которые в значительной мере отличают их от пород свиней сального и мясосального типов. Свины породы ландрас по сравнению с крупной белой породой имеют большую массу и лучшее развитие внут-

ренных органов (В.А. Медведев, В.Д. Кабанов, Н.В. Пивняк, А.Ф. Ткачев и др.). Больше количество позвонков у породы ландрас по сравнению с животными крупной белой породы установили Б.В. Александров, В.П. Мухортов, Ю.В. Лебедев.

Способность свиней породы ландрас лучше (на 7–15%) использовать азотистую часть рационов выявили в опытах В.А. Медведев, Ю.В. Лебедев, Н.В. Черкасская, Н.В. Пивняк, А.М. Хохлов и другие.

В нашей стране изучено большое количество комбинаций скрещивания хряков породы ландрас с матками отечественных пород свиней. Установлено, что двух- и трехпородные помеси с крупной белой, миргородской, северокавказской, брейтовской и другими породами свиней по откормочным и мясным качествам значительно превосходят своих чистопородных сверстников.

Было доказано, что уровень селекции с породой, специализация пород по направлению продуктивности прямо влияют на соотношение тканей в тушах свиней, а обоснованным подбором пород для скрещивания создается возможность повышения мясности туш на 3–4%.

В связи с этим задача селекционеров племенных хозяйств состоит в том, чтобы совершенство-

вать разводимые породы по мясным качествам при чистопородном разведении, а товарных хозяйств — обоснованно использовать подбор пород для скрещивания.

В ОАО Агрофирма «Ливенское мясо» в Орловской области в 2006 — 2009 гг. нами была проведена сравнительная оценка мясных и откормочных качеств свиней, полученных от чистопородного разведения животных крупной белой породы и от межпородного скрещивания маток этих генотипов с хряками пород крупной белой, ливенской, ландрас, дюрок, для выявления лучших вариантов межпородного скрещивания и получения максимального экономического эффекта.

Для этого был заложен научно-хозяйственный опыт, согласно которому маток крупной белой породы I группы (контрольная) осеменили спермой хряков крупной белой породы, II группы (опытная) — спермой хряков ливенской породы, III группы (опытная) — спермой хряков породы ландрас и IV группы (опытная) — спермой хряков породы дюрок. Полученное потомство от этих вариантов скрещивания оценили по откормочным и мясным качествам на контрольном откорме согласно методике ВиЖа.

Результаты оценки откормочных и мясных качеств свиней представлены в таблице 1.

Таблица 1

Откормочные и мясные качества чистопородных и помесных свиней

Группа	Возраст достижения живой массы 100 кг, дн.	Среднесуточный прирост живой массы, г	Затраты корма, корм. ед.	Площадь «мышечного глазка», см ²	Масса задней трети полу туши, кг	Содержание мяса в туше, %
I	194±1,1	683±1,2	3,94±0,01	28,3±0,34	10,2±0,24	56,2±0,52
II	192±0,9	684±1,0	3,92±0,01	29,0±0,37	10,3±0,30	57,4±0,58
III	188±0,9 ***	715±2,8 ***	3,70±0,18	34,0±0,42 ***	10,8±0,20	59,2±1,04 *
IV	184±1,1 ***	738±7,3 ***	3,56±0,06	36,0±0,35 ***	10,9±0,20*	60,2±1,08 **

Из таблицы видно, что более высокий среднесуточный прирост живой массы помесных животных способствовал сокращению сроков откорма до товарной массы 100 кг и лучшей оплате корма приростом живой массы. Лучшими по оплате корма приростом живой массы были помеси IV группы, которые затрачивали кормов на 9,4% меньше, чем чистопородные животные, и на 6–0,6% — чем помесные свиньи других сочетаний. Помесные животные II, III и IV групп достигали живой мас-

сы 100 кг соответственно на 2, 6 и 10 дней раньше, чем их сверстники крупной белой породы (I группа). По большинству показателей (откормочным и мясным качествам) установлена высокодостоверная разница у III и IV групп в сравнении с I группой (контролем). По остальным показателям также установлены достоверные различия.

На диаграммах 1 и 2 представлено процентное содержание мяса в тушах и среднесуточный прирост живой массы у свиней различных групп.

Диаграмма 1

Содержание мяса в туше, %

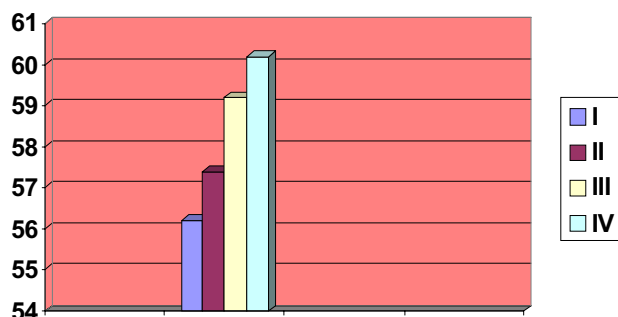
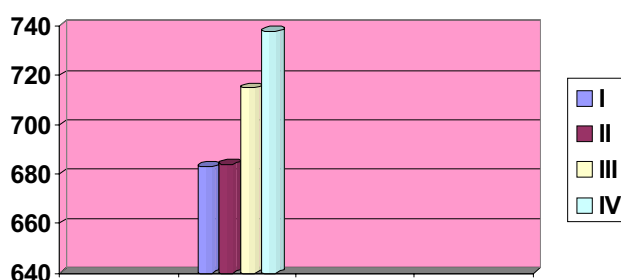


Диаграмма 2

Среднесуточный прирост живой массы, г



Мясные качества (площадь «мышечного глазка», содержание мяса в туше) также были лучше у помесей III и IV групп по сравнению с контрольной. Наибольшей толщиной шпика отличались подсвинки I группы (35 мм), наименьшей — III группы (27 мм). Подсвинки II группы имели толщину шпика 34 мм, а IV группы — 29 мм.

Физиологическое состояние и интенсивность обмена веществ у животных в большей степени характеризуются морфологическим и биохимическим составом их крови. На интенсивность обменных и окислительно-восстановительных процессов в организме влияют генетические (порода, тип конституции и др.) и паратипические (кормление, содержание и др.) факторы (В. Патров, В. Федяев, 2001).

Важность исследования крови показывает не только состояние и интенсивность окислительных процессов и обмена веществ, но и является косвенным показателем роста, развития и уровня продуктивности (О.Ф. Сагло, 1971).

В наших исследованиях гематологические показатели были определены у чистопородных и помесных животных по 5 голов из каждой группы в 6-месячном возрасте.

Результаты анализа морфологических и биохимических показателей крови свидетельствуют, что помесные животные в основном характеризуются более высоким содержанием гемоглобина и имеют в крови высокую концентрацию эритроцитов и лейкоцитов. Животные I группы имели данные, указывающие на замедленное течение у животных кроветворения (уровень гематокрита), на пониженную активность иммунной системы, на недостаточную интенсивность течения белкового метаболизма (уровень мочевины), а также на расстройство микроэлементного обмена и нарушение функционального состояния печени.

У помесей данные признаки либо выражены незначительно, либо отсутствуют. Это говорит о том, что при одинаковых условиях кормления и содержания помесные животные отличаются устойчивой иммунной системой, а также более интенсивным обменом веществ и окислительно-восстановительных процессов.

Наиболее ценный признак, характеризующий вкусовые и технологические качества свинины, — влагоудерживающая способность (влагоёмкость), которая была лучшей у мяса животных II группы (крупная белая х ливенская) — 57,2%.

Влагоёмкость мяса помесных животных III и IV групп также была выше в сравнении с их аналогами из I группы. Средняя величина рН мяса находилась в пределах, указывающих на хорошее качество свинины. Анализ физико-химических свойств мяса не выявил отклонений от нормы у всех исследуемых групп свиней.

Следовательно, можно предположить, что спаривание свиноматок крупной белой породы с хряками ливенской, ландрас и дюрок в условиях товарного свиноводческого комплекса способствует повышению их воспроизводительных, откормочных и мясных качеств. Помесные свинки характеризуются более высокой скоростью роста, лучшей оплатой корма, они раньше достигают живой массы 100 кг.

По комплексу признаков лучшими сочетаниями следует считать II (крупная белая х ливенская) и IV (крупная белая х дюрок) группы, кото-

рые обеспечивают наибольший выход свинины за год в расчёте на свиноматку.

Таким образом, установлено, что межпородное скрещивание является важным методом улучше-

ния откормочных и мясных качеств свиней, оно позволяет объединить нужные качества в потомстве и получить максимальный экономический эффект.

Библиографический список

1. Кретинин В.К., Никульников В.С. Биотехнология продукции животноводства. Электронный учебник. (Под грифом Департамента научно-технической политики и образования МСХ РФ). — Орел: Изд. Александр Воробьев, 2006. — 480 с.
2. Степанов Д.В., Кочкарев В.Р., Никульников В.С., Гранкин Н.Н. и др. Животноводство. Учебник / Под ред. Д.В. Степанова (Под грифом МСХ РФ). — М.: Колос, 2006. — 688 с.
3. Никульников В.С., Данилов А.И. Продуктивность свиней ливенской породы. Сб. матер. XIII Межд. науч.-практ. конф. «Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ». — Институт животноводства НАН Беларуси, 2006. — 2 с.
4. Никульников В.С., Кретинин В.К. Биотехнология в животноводстве. Учебник. (Под грифом МСХ РФ). — М.: Колос, 2007. — 544 с.
5. Бекенёв В.А., Жанадилов А.Ю., Лукьянова Л.Л. Рост, развитие и продуктивность свиней в зависимости от реактивности нервной системы // Резервы увеличения производства продуктов животноводства в Сибири: Сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд., СибНИПТИЖ. — Новосибирск, 1994. — С. 63–68.
6. Коваленко В.А., Иванов В.А., Задырко В.И. Способ прогноза откормочных качеств свиней в раннем возрасте // Генетика, разведение и селекция свиней: Межвуз. сб. науч. тр. по проблеме «Свинина». — М., 1988. — С. 14–20.
7. Максимов Г., Максимов А. Воспроизводительные качества стресс-устойчивых и стресс-чувствительных хряков и маток // Свиноводство. — 2007. — С. 27–31.
8. Никульников В., Кононенко Е., Морозов А., Ефанов С., Зарубина Л. Пути интенсификации производства свинины // Свиноводство. — 2007. — С. 13–15.
9. Баранов В. И. Мясные качества чистопородных и гибридных свиней / В. И. Баранов // Зоотехния. — 1995. — С. 21–23.
10. Авдалян Я. Продуктивные качества свиней различных пород межпородных сочетаний // Свиноводство. — 2003. — № 4. — С. 4–5.

V.S. NIKULNIKOV, E.A. ATROKHOVA, A.I ATROKHOV

IMPROVEMENT OF SWINE MEAT AND FEEDING QUALITIES BY MEANS OF PEDIGREE INTERBREEDING

It is established that crossing of sows of large white breed with male pigs Livenskoi, Landras and Dyrok in the conditions of a commodity pig-breeding complex promotes increase of their reproductive, feeding and meat qualities.

С.П. СОРОКОУМОВ, доцент кафедры почвоведения и прикладной биологии, кандидат сельскохозяйственных наук
Орловского государственного университета
Тел. (8-486-2) 74-51-98, sorokoumov57@mail.ru

ИНТЕГРАЦИОННЫЕ СВЯЗИ СИСТЕМНО-ПРЕДМЕТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ПОЧВОВЕДОВ И УЧИТЕЛЕЙ АГРОТЕХНОЛОГИИ

Основой современного высшего профессионального образования стала подготовка специалистов, умеющих быстро и успешно адаптироваться в сложной обстановке и принимать верные решения в любых, самых неординарных ситуациях. Решение этой задачи в современных условиях России осложняется загруженностью информационного поля, где есть материал различных уровней (компетенции, сложности, адаптации, пригодности и т.д.). Это определяет необходимость отхода от утилитарного образования, т.е. простой передачи обучающемуся суммы знаний и факторов, необходимой для конкретной деятельности, к формированию умения ориентироваться в «потоке информации», умения вычленивать тот материал, который необходим обучающемуся в процессе профессионального становления.

Ключевые слова: *высшее профессиональное образование, профессиональное становление, интеграционные связи, агротехнологии.*

Современные интеграционные связи, устанавливаемые между предметами, предполагают учёт преподавателем всех «пересечений», которые могут наблюдаться в данной теме. Тема не должна замыкаться на самой себе, на особенностях лишь одного предмета (если это так, то это неизбежно приведет к выхолащиванию дисциплины, а значит, не позволит сформировать специалиста). Лишь учёт всех пересечений отражает интеграционные связи.

Межпредметные связи часто носят лишь формальный характер и предполагают бессистемное обращение к другим предметам с целью упоминания того, что предмет рассмотрения изучается там-то, там-то и там-то.

Основной принцип, лежащий в основе структурирования системно-предметной организации формирования профессиональной компетенции студентов, – междисциплинарная интеграция, позволяющая продемонстрировать и последовательность взаимопроникновения содержания различных дисциплин, и иерархию самой системы, и реализацию методики интегративно-модульного обучения в практике подготовки будущих кадров. Эффективность междисциплинарных связей в процессе подготовки специалистов обеспечивается не только логикой их взаимодействия в структуре образова-

тельных программ. Существенным фактором, влияющим на качество профессиональной подготовки, является уровень понимания студентами значения междисциплинарных связей и их сознательного активного использования в процессе учебно-познавательной деятельности.

Базовыми компонентами системы профессиональной подготовки будущих специалистов (почвоведов и учителей биологии со специализацией «Агротехнология») являются разделы общего земледелия, служащие фундаментом возникновения, развития и реализации профессиональных идей и компетенций. Предметы университетского цикла сельскохозяйственных дисциплин позволяют студентам-почвоводам овладеть знаниями, практическими умениями и навыками, необходимыми им для профессиональной деятельности, а будущим учителям правильно ориентироваться в подборе фактического учебного материала, необходимого или пригодного для решения конкретной учебной задачи в условиях школы. Предметы биологического, химического и географического циклов обеспечивают понимание законов, теорий, гипотез сельскохозяйственных дисциплин, направление и энергетику процессов, помогают разрабатывать методики определений и анализов, использованием приемлемых интеграционных связей направляют поиск и отбор материала, лежащего на стыке наук, требующегося для понимания, овладения и применения изучаемых понятий и явлений.

Центральное место в предлагаемой системе занимают разделы общего земледелия. Курс «Общее земледелие» в условиях современного вузовского образования является ядром профессиональной подготовки как почвоведов, так и учителей агротехнологии, в связи с тем, что именно земледелие на определенном этапе развития человеческого общества стало первым сельскохозяйственным предметом, объединившим все знания о сельском хозяйстве, и исторически сложилось так, что по мере развития практического земледелия и дифференциации наук о сельском хозяйстве от него в течение XIX–XX веков отделялись различные сельскохозяйственные науки, но вместе с тем значение земледелия как предмета науки от этого не уменьшалось. Это объясняется тем, что земле-

делие связывает и объединяет все сельскохозяйственные дисциплины единой целью — обеспечить человека продуктами питания, сельскохозяйственных животных — кормами, а перерабатывающую промышленность — сырьем.

Изучение земледелия позволяет студентам осознать структуру агропромышленного производства, определяет цели и задачи этой важнейшей отрасли экономики, способствует вариативности создания и решения конкретной учебной и производственной ситуации. Благодаря «Общему земледелию» определяются структура и содержание предметов сельскохозяйственной направленности, которые расширяют и углубляют знания, умения и навыки, приобретённые студентами в период изучения основного курса.

Необходимость интеграции предметов сельскохозяйственного цикла с циклом профессиональных дисциплин объясняется и тем, что большинству выпускников факультета естественных наук Орловского государственного университета предстоит работа в школе, чаще всего в сельской малокомплектной, специфика работы в которой требует знания сельскохозяйственного производства. Это тем более важно в наши дни, когда учителя этих школ имеют неполную нагрузку по своему предмету (например, по географии, химии, экологии и т.д.) и вынуждены наполнять свою ставку часами по другим «родственным» дисциплинам (например, организация работы учащихся на пришкольном опытном участке, в школьных производственных бригадах, по обустройству и озеленению территории школы и, наконец, по грамотному ведению приусадебного хозяйства), от чего зависит не просто конкурентоспособность данного специалиста на рынке труда, но и элементарная его «выживаемость».

Для организации образовательной деятельности нужны преподаватели не просто с широким кругозором и знаниями в области преподаваемой и смежных дисциплин, но и владеющие современными средствами обучения. Одна из главных задач тех, кто берется обучать студентов, — раскрыть смысл учебной деятельности, т.е. показать перспективы, которые открываются перед человеком после получения специальности почвоведов и учителей агротехнологии.

Интеграция знаний, происходящая в процессе изучения предметов сельскохозяйственного цикла, позволяет студентам не только осознать особенности различных биологических, химических, географических и др. понятий и явлений, но и обнаружить необходимость владения знаниями, умениями и навыками для приобретения знаний и умений по другим предметам. Например, изучение биологических особенностей сельскохозяйственных растений (строение корневых систем, форма листьев, тип цветка и т.д.), осуществляемое на занятиях по ботанике, обеспечит лучшее усвоение материала на занятиях по растениеводству, луговодству и земледелию. Успешное усвоение курса неорганической химии позволит студентам успешнее усвоить курсы агрохимии и биохимии.

Решение проблемы интеграции знаний в вузовском обучении, на мой взгляд, поможет реализовать требования, предъявляемые к современному высшему образованию в России. Для этого необходимо создание единых интеграционных учебных программ, учитывающих востребованность знаний по интегрируемым курсам в различных дисциплинах вузовской подготовки, и, конечно же, содержание преподавания такого курса должно быть сориентировано на эти предметы в аспекте подготовки конкретного специалиста-почвоведа со специализацией «Агрохимия» или учителя агротехнологии. К сожалению, в вузовской практике подготовки специалистов нередко возникает проблема оторванности, разрозненности получаемой по различным дисциплинам информации. Студенты ещё не имеют опыта установления теоретической и практической связи между предметами и даже разделами, поэтому одной из важных задач преподавательской деятельности является интеграция знаний.

Учитывая личный опыт создания учебных программ интегрированных курсов на основе цикла сельскохозяйственных дисциплин и других предметов биолого-химической подготовки, а также трудности, связанные с отбором содержания, оценкой качества обучения по ним, обращаю внимание на необходимость сохранения единой цели формирования у будущих специалистов профессиональной компетенции. При отборе содержания курса приоритетным становится выявление возможного

социального заказа на будущую специальность, квалификацию, а это, в свою очередь, определяется кроме особенностей, мало зависящих от образовательной системы, качеством подготовки нашего выпускника. Специфика современных экономических отношений свидетельствует о том, что востребованными чаще всего бывают те специалисты, которые получили образование на стыке наук, среди которых хотя бы одна имеет прикладное значение. Например, в настоящий момент в сельском хозяйстве востребован фермер, знающий не только агрономию, но и зоотехнию, сельскохозяйственные машины, экономику, менеджмент и т.д.

Аналогичную картину можно наблюдать и в школе: спросом пользуются не просто учителя химии или учителя биологии, а те учителя, которые владеют несколькими специальностями или квалификациями, так как в перечень предметов для средней школы входит «Естествознание», требующее от специалиста равноценных знаний как по биологии, так и по географии, химии и т.д. Думается, что эти факты подчёркивают важность интеграции в подготовке современного выпускника университета.

Орловский государственный университет сохранил в перечне специальностей ещё и педагогические. Этот факт обязывает составителя вузовской учебной программы, с одной стороны, соответствовать общепредметным параметрам (научности, доступности для обучающихся, логической связанности), а с другой – реализовать принцип контекстной направленности – принцип, предусматривающий направленность образования с учетом приоритетных задач высшего образования как такового.

Современные учебные программы должны содержать не только учебный минимум, предусмотренный государственным стандартом, но и материал, устанавливающий интеграционные связи, помогающий студенту осознать совокупность составляющих его будущей профессиональной деятельности.

В процессе модернизации образования и профессионально-методической подготовки учителей агротехнологии и почвоведов-преподавателей в аспекте естественно-биологического образования на первое место выдвигается образовательная

парадигма как методолого-теоретическая база, служащая в качестве образца для решения сложных теоретических и практических профессиональных задач. Такой парадигмой, я считаю, является парадигма компетентностной подготовки, ключевыми признаками которой являются: 1) овладение информационным полем данной дисциплины; 2) методология когнитивной деятельности – теория приобретения информации, её классификация, отбор, а также удержание информации и применение в профессиональной деятельности; 3) решение профессиональных задач – допустимость множества вариантов в аспекте диверсификации современного высшего образования; 4) оценивание результатов собственной профессиональной деятельности – множественность критериев оценки (правильность, полезность, безопасность, эффективность); 5) соотношение собственной профессиональной деятельности с объективно существующей действительностью и опытом профессиональной деятельности других специалистов. Именно это позволит будущему учителю агротехнологии и почвоведу-преподавателю развить в себе самостоятельность суждения и выбора, что, безусловно, будет способствовать правильному решению всех возникающих в ходе профессиональной деятельности учебных ситуаций.

Учебная программа по предметам сельскохозяйственного цикла дисциплин должна формировать у студента умение работать самостоятельно с учебным и научным материалом, оперативно проводить поиск, структурировать и преобразовы-

вать новую информацию, грамотно анализировать различные источники и мнения разных авторов, делать обобщения, убедительно и эмоционально представлять результаты исследований. Однако в реальности эти компетентности не формируются в достаточной степени и остаются трудными для будущих учителей агротехнологии и почвоведов-преподавателей.

В настоящий момент подготовка почвоведов и учителей биологии со специализацией «Агротехнология» немыслима без усиления научно-исследовательской работы студентов во всех формах её проявления как при проведении практических занятий, так и при выполнении индивидуальных заданий, курсовых и выпускных квалификационных работ, поэтому учебные программы должны это учитывать.

При разработке учебной программы необходимо обозначить материал для самостоятельной работы студентов и учесть дидактический аспект этого материала, группировать его таким образом, чтобы он предусматривал организацию самостоятельной практической деятельности обучающихся, а также индивидуальной поддержки самостоятельной учебной деятельности каждого обучающегося преподавателем, организацию индивидуальной и групповой работы студентов, основанной на самостоятельном решении определенных учебных проблем. Такая модель учебной программы, в которой заключена сквозная профессиональная подготовка, и предполагает формирование компетентности будущего специалиста.

S.P. SOROKOUMOV

INTEGRATIONAL TIES OF SYSTEM-SUBJECT ORGANIZATION IN FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF SOIL SCIENTISTS AND TEACHERS OF AGROTECHNOLOGY

The primary objective of the modern higher professional education is to train professional expects that are able to adapt themselves to any difficult conditions quickly and successfully and to make proper decisions in any situations, even most uncommon ones. To achieve this objective nowadays in Russia is quite difficult due to the abundance of information different spheres, i.e. competence, complexity, adaptation, suitability, etc. This, it is necessary to replace the utilitarian education, when a student gets only general knowledge and information for particular field of professional activity by a process of forming skills to handle the information flow, to single out the material important for a student in the professional making.

Л.Е. ТУЧКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры почвоведения и прикладной биологии
Орловского государственного университета
Тел.: 8-9065690420, 89192043625; lutuchka@ya.ru

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА НУКЛЕУСНОГО УЛЬЯ НА БИОЭКОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПЧЕЛ

В статье отражены результаты многолетних исследований, посвященные оптимизации технологии вывода плодных пчелиных маток среднерусской породы. При подборе оптимального объема нуклеусного улья важным критерием является определение биоэкологической активности нуклеусных пчелиных семей. Установлено, что наибольшей биоэкологической активностью обладали 4-рамочные нуклеусные семьи на стандартную рамку.

Ключевые слова: пчелы, матководство, нуклеусы, биоэкологическая активность, биоразнообразие.

Охрана и рациональное использование богатейшего генофонда локальных популяций служат надежной основой для крупномасштабной селекции и воспроизводства среднерусских пчелиных семей и решения основной задачи отечественной отрасли пчеловодства — ликвидации дисбаланса между объемом медоносных ресурсов страны и численностью пчелиных семей.

Вследствие недостаточного производства плодных маток в центральные и северные регионы страны ежегодно завозятся матки преимущественно серой горной кавказской и карпатской пород, что приводит к неизбежной метизации среднерусских пчел локальных популяций, низкой эффективности пчеловодства в целом и неизбежному следствию этого — большому дефициту опылителей многочисленных видов цветковых растений, нарушению стабильности экосистем.

Характер роста и развития пчелиных семей среднерусской породы тесно связан с особенностями медосборной базы. В процессе весенне-летнего развития с середины мая по начало главного медосбора пчелиные семьи с разной интенсивностью входят в роевое состояние — до 50% и более. Находясь в роевом состоянии, гораздо сильнее других пород снижают темпы использования поддерживающего медосбора, строительства сотов и выращивания расплода.

Наибольшая часть территории Орловской области находится в степной зоне, которая представлена северным луговым разнотравьем с характерным густым травостоем и богатым видовым составом. Однако видовой состав естественной степи, существовавший несколько столетий назад, сильно изменился в связи с развитием агропромышленного комплекса. Богатый видовой состав травянистых и древесных, кустарниковых растений на границе лесостепи и степи способствует формированию на территории Орловской области различных типов медосборов. Значительное содержание в древостое и подлеске лесных районов ивы, клена, рябины, малины, крушины,

дикорастущих яблони и груши и многочисленных видов лесных и луговых цветковых травянистых растений формирует уникальные по вкусовым и лечебно-диетическим качествам мед, высокая ценность которого постоянно отмечалась с дореволюционных времен и признана на международном рынке. В степной части области в севооборотах сельскохозяйственных культур ежегодно высевается около 70 тыс. га гречихи и обеспечивается производство высокоценного гречишного меда с самым высоким содержанием в нем белка и железа.

Если в лесостепных районах (Мценский, Болховский, Знаменский, Хотынецкий, Шаблыкинский и Дмитровский) в весенне-летний период основное поступление белково-углеводных запасов осуществляется пчелами за счет таких видов, как ива, рябина, малина, крушина, лесное и луговое разнотравье, то в степных районах главными источниками меда и пыльцы пчелиным семьям служат медоносы — сельскохозяйственные культуры с преобладанием гречихи, луговое разнотравье и медоносы — сорняки сельскохозяйственных культур.

Цветочная пыльца и нектар цветковых растений служат для пчел жизненно важными источниками белков и углеводов, пчелоопыление энтомофильных растений способствует стабилизации их видового разнообразия, а косвенно — и биоразнообразия в целом. Благодаря эффекту коэволюции медоносные пчелы и цветковые растения обрели небывалую степень совершенства и видового разнообразия по сравнению со всеми видами животных и растений.

Основная проблема использования генофонда среднерусских пчел в нашей стране связана с остающимся дисбалансом между численностью пчелиных семей и медосборным потенциалом ее огромного ареала. Расчеты исследователей показывают, что для полноценного использования отечественных медоносных ресурсов численность пчелиных семей в стране необходимо довести до 30 млн. (Кривцов Н.И., Гранкин Н.Н., 2005).

Решение проблем производства экологически чистых продуктов пчеловодства и эффективного пчелоопыления энтомофильных дикорастущих и сельскохозяйственных растений возможно лишь при содержании на пасеках высокопродуктивных

и здоровых пчелиных семей, что предполагает своевременное производство достаточного количества высококачественных плодных пчелиных маток для пасек областей страны. При этом отметим, что качество пчелиных маток в значительной степени определяет биоэкологическую активность пчелиных семей, интенсивность летно-опылительной деятельности, продуктивность по меду и воску.

Весь комплекс важнейших биологических и хозяйственно полезных особенностей пчел среднерусской породы особенно обеспечивает эффективное использование в центральных и северных регионах ареала относительно короткого, но бурного медосбора. В связи с этим они являются самыми перспективными из отечественных пород медоносных пчел для разведения и использования на большей части территории нашей страны.

Пчелам среднерусской породы свойственна исключительно высокая медособирающая активность на обильных медосборах с таких мощных медоносов центральной лесной и лесостепной зон России, как липа, кипрей, таежное разнотравье, гречиха, эспарцет, синяк, донник и др. При благоприятных погодных условиях дневные приносы нектара пчелами достигают 24 кг, а за относительно короткий период основного медосбора наиболее сильные пчелиные семьи успевают собирать до 400 кг меда.

Изучая возможные направления совершенствования технологии производства плодных среднерусских пчелиных маток, мы в числе факторов, определяющих эффективность процесса, рассматривали в сравнении различные конструкции нуклеусных ульев: двухместные на S рамки Рута (конструкция В.Д. Лукоянова), 4-местный на $\frac{1}{2}$ стандартной рамки (435x300 мм), на $\frac{1}{4}$ рамки Рута с шестигранным сечением корпуса, позволяющие размещать гнезда в трех разных положениях: на теплый занос и две позиции на полухолодный занос (наша конструкция). Нуклеусные ульи (наша конструкция) с круглым поперечным сечением корпуса позволяют размещать гнезда во всех позициях от теплого до холодного заноса (Лукоянов В.Д., 1975; Василенко Н.П., 1999).

Контролем в опыте служили нуклеусные семьи на 4 стандартные рамки 435x300 мм. Нуклеусные

семьи пчел в ульях перечисленных конструкций формировали одновременно на медо-перговые соты с последующим выдерживанием в подвальном помещении в течение суток. Опытные и контрольные семьи ежедневно подкармливались сахарным сиропом. Нуклеусный парк размещался на

территории основной пасеки (Рутнер Ф., 1982; Хидешели А.Л., 1970).

Проведенный анализ видового разнообразия цветочной пыльцы в перге нуклеусных семей позволил выявить разнообразие посещавшихся пчелами цветковых растений-пыльценосов (табл. 1)

Таблица 1

**Степень видового разнообразия цветочной пыльцы среднерусских пчел
в нуклеусах разной конструкции**

Тип рамки	$M \pm m$	σ	$C_v, \%$	Lim	Допыт- контроль	td
На 1/2 рамки Рута 435×230	4,1±0,18	0,99	18,09	3–6	1,07 ±0,320	3,34*
На 1/4 рамки Дадана 435×330	4,76±0,269	1,48	26,87	2–8	0,41±0,386	1,08
На 1/12 рамки Дадана с шестигранным сечением	4,17±0,18	1,49	18,19	3–6	1,0±0,320	3,13*
На 1/10 рамки Рута 435×230 с круглым сечением	4,2±0,200	1,09	19,92	2–7	0,97±0,340	2,85*
На рамку Дадана 435×300 мм (контроль)	5,17±0,275	1,51	27,61	3–8	—	—

Как показывают полученные данные, наибольшее видовое разнообразие (5,17) цветочной пыльцы оказалось в перге нуклеусов на стандартную рамку Дадана. По спектру посещавшихся пыльценосов пчелы контрольной группы достоверно превышали все опытные, кроме четырех местных нуклеусов на 1/4 рамки Дадана. Проведенный анализ свидетельствует о связи видового разнообразия пыльцы с силой нуклеусных пчелиных семей и биоэкологической активностью.

При этом нуклеусным пчелиным семьям свойствен тот же комплекс летно-опылительной, медосборной деятельности, а также разветвленная система абиотических и биотических взаимоотношений, что и основным пчелиным семьям,

но с меньшей интенсивностью их проявления.

На фоне неблагоприятных погодных условий наибольшей биоэкологической активностью обладали 4-рамочные нуклеусные семьи на стандартную рамку. Средний выход плодных маток в них составил 94%. В зависимости от конкретных условий каждый из нуклеусов на рамку этого размера может быть в итоге реализован как обычный 4-рамочный пакет. В этом заключается одно из важных его преимуществ.

Полученные в ходе наших исследований результаты можно рекомендовать для использования в матководных учреждениях средней полосы России со сходными медосборными климатическими условиями.

Библиографический список

1. Василенко Н.П. Испытание нуклеусных ульев разных типов [Текст] Н.П. Василенко // Пчеловодство. — 1999. — № 4. — С. 23–24.
2. Кривцов Н.И., Гранкин Н.Н. Среднерусские пчелы и их селекция [Текст]. Н.И. Кривцов, Н.Н. Гранкин. п. Рыбное ГНУ НИИ пчеловодства Россельхозакадемии. — 2005. — С. 120.

3. Лукоянов В.Д. Выбор нуклеуса для спаривания маток [Текст] В.Д. Лукоянов / Пчеловодство. — 1975. — № 4. — С. 13–14.
4. Руттнер Ф. Матководство [Текст]. Ф. Руттнер. — Бухарест: Апимония, 1982. — С. 354.
5. Хидешели А.Л. Испытание нуклеусов [Текст]. А.Л. Хидешели // Пчеловодство. — 1970. — № 9. — С 13–15.

L.E. TUCHKOVA

THE INFLUENCE OF VOLUME NUKLEUSNOGO OF BEEHIVE ON BIOECOLOGICAL ACTIVITY OF BEES

The given article deals with the results of prolonged researches devoted to optimization of technology of raising productive queen bees of Central Russia type. The important criterion in selection of volume of nukleusnyh beehive is the determination of bioecological activity of nukleusnyh bee families.

It is proved that four frame bee families possessed the largest bioecological activity on the standard frame.
(Bees, matkovodstvo, nucleus, bioecological activity, biodiversity)

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»:

АВДЕЕВ Ф.С. (главный научный редактор) — доктор педагогических наук, профессор, ректор Орловского государственного университета, председатель докторского диссертационного совета по методике математики и профессиональному образованию, действительный член Международной академии информатизации, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПУЗАНКОВА Е.Н. (заместитель главного научного редактора) — доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе Орловского государственного университета, директор Орловского филиала Института содержания и методов обучения Российской академии образования, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

БЕЛЕВИТИНА Т.М. — ответственный редактор журнала «Ученые записки Орловского государственного университета»;

ДУДИНА Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии) — кандидат филологических наук, начальник научно-исследовательского сектора Орловского государственного университета;

АЛЕКСЕЕВ А.П. — доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин философского факультета Московского государственного университета;

ЗАЙЧЕНКОВА М.С. — доктор филологических наук, профессор, заведующая кафедрой русского языка как иностранного, председатель докторского диссертационного совета по русскому языку и методике его преподавания Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

ЗОЛОТАРЕВ Ю.В. — доктор медицинских наук, профессор, директор медицинского института Орловского государственного университета, отличник здравоохранения;

ИВАНОВ А.Е. — доктор исторических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института российской истории РАН;

ИЗОТОВ В.П. — доктор филологических наук, профессор, декан филологического факультета, директор НИИ филологии Орловского государственного университета;

ИСАЕВА Н.И. — доктор психологических наук, профессор, декан факультета психологии Белгородского государственного университета;

КАПУСТИН А.Я. — доктор юридических наук, профессор, декан юридического факультета, заведующий кафедрой международного права Российского университета дружбы народов, вице-президент Российского отделения Ассоциации международного права;

КОЛЕСНИКОВА А.Ф. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения и прикладной биологии, директор НИИ естественных наук Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки РСФСР, действительный член Международной Российской экологической академии;

ЛЬВОВА С.И. — доктор педагогических наук, профессор, заведующая лабораторией обучения русскому (родно-

му) языку Института содержания и методов обучения Российской академии образования;

МИНАКОВ С.Т. — доктор исторических наук, профессор, председатель докторского диссертационного совета по истории России Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

МИХЕИЧЕВА Е.А. — доктор филологических наук, профессор, заведующая кафедрой русской литературы XX–XXI веков и истории зарубежной литературы Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

ОСКОТСКАЯ Э.Р. — доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой химии Орловского государственного университета, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПАХАРЬ Л.И. — доктор философских наук, профессор Орловского государственного университета; академик Академии социальных наук, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

ПИВЕНЬ В.Ф. — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

РЕПИН О.А. — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой Самарского экономического университета;

СЕДОВ Е.Н. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки РФ, заведующий отделом селекции семечковых культур ВНИИСПК;

СЕРЕГИНА Т.В. — кандидат философских наук, профессор, декан философского факультета, директор НИИ проблем провинциальной культуры Орловского государственного университета;

ТЕР-МИНАСОВА С.Г. — доктор филологических наук, профессор, декан факультета иностранных языков и регионоведения Московского государственного университета, почетный доктор Бермингемского и Нью-Йоркского университетов;

ТЫРТЫШНИКОВ Е.Е. — доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, заместитель директора Института вычислительной математики Российской академии наук;

УМАН А.И. — доктор педагогических наук, профессор Орловского государственного университета, действительный член Международной педагогической академии;

ШАБАНОВ Н.К. — доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики преподавания изобразительного искусства Курского государственного университета, член Союза дизайнеров России, член Международной ассоциации изобразительных искусств им. И.А. Пюнеско.

**РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»**

АВДЕЕВ Ф.С. (главный научный редактор) — доктор педагогических наук, профессор, ректор Орловского государственного университета, председатель докторского диссертационного совета по методике математики и профессиональному образованию, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, действительный член Международной академии информатизации, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПУЗАНКОВА Е.Н. (заместитель главного научного редактора) — доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе Орловского государственного университета, директор Орловского филиала Института содержания и методов обучения Российской академии образования, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

БЕЛЕВИТИНА Т.М. — ответственный редактор журнала «Ученые записки Орловского государственного университета»;

ДУДИНА Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии) — кандидат филологических наук, начальник научно-исследовательского сектора Орловского государственного университета;

ВЕТРОВ В.В. — кандидат педагогических наук, профессор, зав. кафедрой геометрии и методики преподавания математики Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования;

ВИШНЕВСКИЙ В.И. — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой внутренних болезней медицинского института Орловского государственного университета;

ГОРПИНИЧ А.Б. — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета, член-корреспондент Российской академии естественных наук;

ЗАРУБИН А.Н. — доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой математического анализа и дифференциальных уравнений Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки Российской Федерации, действительный член Международной педагогической академии;

ЗАТОЛОКИН В.Д. — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой анатомии человека, оперативной хирургии и топографической анатомии, заслуженный деятель науки РСФСР;

ЗОЛОТАРЕВ Ю.В. — доктор медицинских наук, профессор, директор медицинского института Орловского государственного университета, отличник здравоохранения;

КАЛЕКИН А.А. — кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии и предпринимательства Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации;

КОЛЕСНИКОВА А.Ф. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения и прикладной биологии, директор НИИ естественных наук Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки РСФСР, действительный член Международной экологической академии;

ЛАДНОВА Г.Г. — доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой экологии и общей биологии Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, академик Академии социальных наук;

ПУЗИНА Т.И. — доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой ботаники Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации;

ОСКОТСКАЯ Э.Р. — доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой химии Орловского государственного университета, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПИВЕНЬ В.Ф. — доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

САРАЕВА А.М. — кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой географии Орловского государственного университета;

СНИМЩИКОВА И.А. — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой иммунологии и специализированных клинических дисциплин медицинского института Орловского государственного университета;

ФЕДОТОВА И.Э. — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой почвоведения и прикладной биологии Орловского государственного университета.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

В начале статьи помещаются инициалы и фамилия автора (авторов), название статьи, аннотация на русском языке объемом 40–50 слов.

Статья объемом 4–15 страниц формата А4 должна быть набрана в текстовом редакторе Microsoft Word в формате *.rtf шрифтом Times New Roman Cyr, размером 14 pt, через один интервал, возможен формат *.pm6 или *.pm65.

Параметры документа: верхнее поле — 25 мм, нижнее — 25 мм, правое — 25 мм, левое — 25 мм. Нумерация страниц проставляется от центра, внизу страницы. Формулы помещаются в текст с использованием формульного редактора Microsoft Equation (Вставка — Объект — Создание — Microsoft Equation). Символы можно вставлять с помощью операции в Word (Вставка — Символ). Диаграммы располагаются в тексте с использованием программы Microsoft Excel (Вставка — Объект — Создание — Диаграмма Microsoft Excel). Рисунки и графики должны иметь четкое изображение и быть выдержаны в черно-белой гамме, лучше применять штриховку (Формат автофигуры — Цвета и линии — Цвет — Способы заливки — Узор). Схемы создаются с помощью панели инструментов Рисование. Фотографии и рисунки в формате *.tif или *.jpg должны иметь разрешение не менее 300 dpi и прилагаться отдельными файлами.

Библиографические списки и затекстовые примечания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

В конце статьи должна быть надпись: статья публикуется впервые, ставится дата и подпись автора (авторов). Подпись автора сканируется, сохраняется в формате *.tif или *.jpg и вставляется в файл. Инициалы и фамилия автора (авторов), название статьи и аннотация должны быть переведены на английский язык и размещены в конце статьи. Здесь же помещаются сведения об авторе (авторах) — ученая степень, ученое звание, должность, кафедра, вуз, электронный адрес и контактные телефоны*.

Обязательным условием для публикации статьи является наличие в ней ключевых слов (5–6 наименований).

В редакционную коллегия статью передается качественно распечатанной на бумаге формата А4 и в электронном виде одним файлом на дискете 3,5' (CD-диске).

За ошибки и неточности научного и фактического характера ответственность несет автор (авторы).

Поступившие в редакцию материалы возврату не подлежат.

ВНИМАНИЕ: статьи лиц, не имеющих ученой степени, заверяются также их научными руководителями. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»

№ 2

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС 77-29955 от 17.10.2007
Включен в каталог «Издания органов НТИ» ОАО Агентство «Роспечать»
(почтовый индекс: 66005)

Ответственный редактор: *Белевитина Т.М.*
Компьютерная верстка: *Канатникова Л.Т.*
Дизайн обложки: *Никифоров А.В.*
Корректурa: *Гудкова А.А.*

Подписано в печать 30.06.2009 г. Формат 60х84¹/₈. Печать оперативная. Бумага офсетная.
Гарнитура PragmaticaC, Lazurski. Усл. печ. л. 22,86. Тираж 1000 экз. Заказ № 710.

Отпечатано с готового оригинал-макета в редакционно-издательском отделе
ГОУ ВПО «Орловский государственный университет»
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95. Тел./факс (4862) 74-45-08