

# СОДЕРЖАНИЕ

---

2016. № 2

---

## МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

- Э.М. Карташов, И.А. Нагаева  
Новые модельные представления в теории колебаний систем ..... 5
- 

## ФИЗИКА

- А.И. Филиппов, Э.В. Мухаметзянов  
Представление температурного поля конвективного потока  
в виде функционала от градиента ..... 11
- Е.В. Бутюгина, Э.Ш. Насибуллаева  
Исследование процесса диффузии газа между пузырьком  
в кластере и технической жидкостью ..... 15
- 

## БИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ И ГЕНЕТИКА

- Л.А. Тухватуллина  
Некоторые биологические особенности *Allium ursinum* L. и *Allium victorialis* L.  
при интродукции в Республике Башкортостан ..... 22
- Л.М. Абрамова, Я.М. Голованов, Е.А. Девятова  
Класс *Polygono arenastri–Poëtea annuae* в городе Петропавловске-Камчатском ..... 28
- О.А. Каримова, О.Ю. Жигунов  
Некоторые малораспространенные декоративные растения семейства  
*Convallariaceae* Норан. в теневом саду ..... 34
- А.А. Мулдашев, Н.В. Маслова, О.А. Елизарьева, А.Х. Галеева  
Распространение, состояние популяций и охрана редкого вида *Allium nutans* L.  
в Республике Башкортостан ..... 41
- Л.Н. Миронова, С.Г. Денисова  
Георгины на Южном Урале: биологические особенности  
и перспективы использования ..... 48
- Л.М. Абрамова, Я.М. Голованов  
Инвазивные растения Республики Башкортостан: «черный список», библиография ..... 54
- Р.Х. Гиниятуллин, А.Ю. Кулагин  
Состояние защитных насаждений тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.)  
в условиях Стерлитамакского промышленного центра: накопление металлов  
в органах здоровых и ослабленных деревьев ..... 62

*P.M. Баширова, А.Г. Мустафин*

Потенциальные источники подофильтоксина в башкирской флоре ..... 69

---

## **ИСТОРИЯ, АРХЕОЛОГИЯ, ЭТНОЛОГИЯ**

*З.М. Давлетшина*

О роли традиционных народных праздников и обрядов в создании семьи у башкир .... 83

*И.И. Буляков*

Башкирские шежере о принятии российского подданства ..... 94

*Р.Р. Садиков*

«Языческие» религии в Республике Башкортостан ..... 101

---

## **ЭКОНОМИКА, СОЦИОЛОГИЯ, ФИЛОСОФИЯ**

*Р.М. Садыков*

Обеспечение продовольственной безопасности как фактор социальной устойчивости сельских территорий ..... 107

*М.М. Гайфуллина*

Оценка факторов, влияющих на устойчивое развитие территориального образования ... 114

---

# CONTENTS

---

2016. № 2

---

## MATHEMATICS AND MECHANICS

*E.M. Kartashov, I.A. Nagaeva*

- The new model ideas in the theory of oscillation of systems ..... 5
- 

## PHYSICS

*A.I. Filippov, E.V. Mukhametzyanov*

- Representation for the temperature field in a convective fluid flow as a functional gradient ..... 11
- 

*E.V. Butyugina, E.Sh. Nasibullaeva*

- Numerical study of the gas diffusion process between clustered bubbles and technical fluids ..... 15
- 

## BIOLOGY, BIOCHEMISTRY AND GENETICS

*L.A. Tukhvatullina*

- Some biological features of *Allium ursinum* L. and *Allium victorialis* L. under introduction  
in the Republic of Bashkortostan ..... 22

*L.M. Abramova, Ya.M. Golovanov, E.A. Devyatova*

- The class *Polygono arenastri–Poëtea annuae* in Petropavlovsk-Kamchatsky ..... 28

*O.A. Karimova, O.Yu. Zhigunov*

- Some rare ornamentals of the family *Convallariaceae* Horan. in shady gardens ..... 34

*A.A. Muldashev, N.V. Maslova, O.A. Elizaryeva, A.Kh. Galeeva*

- Distribution, state of populations and protection of rare species *Allium nutans* L.  
in the Republic of Bashkortostan ..... 41

*L.N. Mironova, S.G. Denisova*

- Dahlias in the South Urals: biological features and prospects for the use ..... 48

*L.M. Abramova, Ya.M. Golovanov*

- Invasive plants of the Republic of Bashkortostan: «blacklist», publications and reports ..... 54

*R.Kh. Giniyatullin, A.Yu. Kulagin*

- Current status of balsam poplar (*Populus balsamifera* L.) protective plantings  
under conditions of the Sterlitamak industrial centre: accumulation of metals  
in organs of healthy and weakened trees ..... 62

*R.M. Bashirova, A.G. Mustafin*

- Potential sources of podophyllotoxin in the flora of Bashkortostan ..... 69

---

## **HISTORY, ARCHEOLOGY, ETHNOLOGY**

*Z.M. Davletshina*

On the role of traditional folk feasts and ceremonies in the family creation of the Bashkirs ..... 83

*I.I. Bulyakov*

Bashkir shezhere about the adoption of the Russian citizenship ..... 94

*R.R. Sadikov*

‘Pagan’ religions in the Republic of Bashkortostan ..... 101

---

## **ECONOMICS, SOCIOLOGY, PHILOSOPHY**

*R.M. Sadykov*

Ensuring food security as a factor for social stability of rural areas ..... 107

*M.M. Gayfullina*

Assessment of the factors affecting the sustainable development of territorial units ..... 114

---

## НОВЫЕ МОДЕЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМ

© Э.М. Карташов, И.А. Нагаева

Рассмотрен новый класс модельных представлений в теории колебаний систем, описываемых классическими краевыми задачами для уравнений гиперболического типа. Особенность предложенного подхода заключается во введении в основное уравнение колебаний дополнительного слагаемого, характеризующего наличие в системе градиента температуры. Развитая теория касается продольных колебаний стержня, но с одинаковым успехом может быть распространена на задачи о колебаниях струны, мембранны, крутильных колебаний вала, электромагнитных колебаний и т.д. Проведены численные эксперименты, показавшие существенное влияние температурного поля в стержне на характер колебаний и смещений сечений стержня по сравнению с классическими решениями.

**Ключевые слова:** стержень, продольные колебания, градиент температуры, смещения.

Простейшие задачи математической физики, касающиеся свободных или вынужденных колебаний струны, продольных колебаний стержня, поперечных колебаний мембранны, крутильных колебаний вала и т.д. приводят к уравнению гиперболического типа

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = a_0^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \quad (1)$$

при неизменных температурных условиях ( $T = \text{const}$ ), вызывающих отклонение  $u(x,t)$  системы от положения равновесия [1].

Настоящая публикация касается сравнительно нового вопроса в теории колебаний, когда колебания в системе усложняются наличием в ней градиента температуры. Для определенности рассматриваются продольные колебания однородного стержня с поперечным сечением  $S$  цилиндрической или какой-либо иной формы, для растяжения или сжатия которого необходимо приложить известное усилие. Опишем продольные колебания стержня при наличии в нем  $\text{grad } T(x,t)$ , предполагая, что силы действуют вдоль оси стержня (ось  $x$ ) и каждое из поперечных сечений стержня перемещается поступательно только вдоль оси стержня. Обычно это предположение оправдывается, если поперечные размеры

стержня малы по сравнению с его длиной, а силы, действующие вдоль оси стержня, сравнительно невелики. В противном случае, как известно [2], стержень может начать изгибаться. В курсе сопротивления материалов устанавливается, что наименьшая нагрузка  $P$ , при которой стержень может принять устойчивое изогнутое положение (критическая нагрузка) определяется по формуле Эйлера  $P = \pi^2 E J / l^2$ , где  $E$  – модуль Юнга,  $J$  – момент инерции поперечного сечения относительно его центра тяжести,  $l$  – длина стержня. Этот случай не рассматривается.

Выведем дифференциальное уравнение продольных колебаний стержня при наличии в нем температурного поля  $T(x,t)$ . В основу вывода положим закон Гука и второй закон Ньютона.

Пусть  $x$  – абсцисса некоторого сечения стержня, когда последний находится в покое;  $u(x,t)$  – смещение этого сечения в момент времени  $t$ . Тогда смещение сечения с абсциссой  $(x+\Delta x)$  будет равно (с точностью до бесконечно малых высшего порядка)

$$u(x+\Delta x, t) = u(x, t) + \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \Delta x. \quad (2)$$

Отсюда следует, что относительное удлинение участка стержня в сечении с абсциссой  $x$  в момент времени  $t > 0$  равно

КАРТАШОВ Эдуард Михайлович – д.ф.-м.н., Московский технологический университет (Институт тонких химических технологий), г. Москва, e-mail: kartashov@mitht.ru  
 НАГАЕВА Ирина Александровна – к.ф.-м.н., Московский технологический университет (Институт тонких химических технологий), г. Москва, e-mail: nagaevai@gmail.com

$\partial u(x,t)/\partial x$ . Согласно закону Гука, напряжение, вызванное действием некоторой силы  $F$ , пропорционально величине деформации

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \frac{\partial u(x,t)}{\partial x}, \quad (3)$$

где  $\varepsilon = du/dx$  – деформация. Пусть  $T(x,t)$  – температурное поле в стержне,  $T_0$  – начальная температура. Очевидно, что при изменении температуры стержня от  $T_0$  до  $T(x,t)$  в сечении стержня с абсциссой  $x$  возникает относительное удлинение (температурная деформация)  $\varepsilon = \alpha[T(x,t) - T_0]$ , где  $\alpha$  – коэффициент линейного теплового расширения. Сила, действующая на элементарном участке  $[x+\Delta x]$  стержня равна произведению площади поперечного сечения на разность напряжений в сечениях

$$\begin{aligned} F &= S(\sigma_{x+\Delta x} - \sigma_x) = SE \left[ \frac{\partial u(x+\Delta x, t)}{\partial x} - \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right] + \\ &+ SE\alpha \{ [T(x+\Delta x, t) - T_0] - [T(x, t) - T_0] \} = \\ &= SE\Delta x \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} + SE\alpha \Delta x \frac{\partial [T(x, t) - T_0]}{\partial x}. \end{aligned} \quad (4)$$

Согласно второму закону Ньютона,

$$F = m \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = \rho S \Delta x \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2}, \quad (5)$$

где  $\rho$  – плотность материала стержня. Теперь на основании (4)–(5) находим (новое) дифференциальное уравнение продольных колебаний однородного стержня при наличии в стержне градиента температуры:

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = a_0^2 \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} + a_0^2 \alpha \frac{\partial [T(x, t) - T_0]}{\partial x}, \quad (6)$$

где  $a_0^2 = E/\rho$  ( $[a_0^2] = m^2/c^2$ ;  $[u] = m$ ).

Остановимся подробнее на дифференциальном уравнении теплопроводности для температурной функции  $T(x,t)$ . Можно предположить, что колебания стержня происходят в окружающей стержень среде, температура которой  $T_c$  может не совпадать с начальной температурой стержня  $T_0$  и через боковую поверхность происходит теплообмен со средой. В этом случае уравнение теплопроводности запишется в виде [3]

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - m^2 [T(x, t) - T_c], \quad (7)$$

где  $m^2 = \alpha_T P/(c\rho S)$ ,  $P$  – периметр поперечного сечения стержня,  $\alpha_T$  – коэффициент теплообмена в законе Ньютона ( $[\alpha_T] = \text{Дж}/(\text{см}^2 \text{град})$ ,  $[m^2] = 1/c$ ).

В качестве иллюстрации полученных соотношений рассмотрим случай, когда конец  $x=0$  цилиндрического стержня настолько длинного, что его можно считать простирающимся в одну сторону до бесконечности, перемещается по гармоническому закону  $A \sin \omega t$  при нулевых начальных условиях для  $x>0$  (перемещение конца стержня по закону  $A \sin \omega t$  вызывает продольная сила  $F(t) = (AES\omega/a_0) \cos \omega t$ , приложенная к торцу  $x=0$ ). Одновременно стержень находится в условиях температурного нагрева с торца  $x = 0$  температурой  $T_C$  отличной от начальной  $T_0$  ( $T_C > T_0$ ) и при этом имеет место теплообмен через боковую поверхность стержня со средой температуры  $T_c$ . Таким образом, в стержне вдоль его текущей толщины возникает температурное поле  $T(x,t)$ , влияющее на колебания. Требуется описать продольные колебания стержня при сформулированных условиях.

Соответствующая математическая модель имеет вид:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a_0^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a_0^2 \alpha \frac{\partial (T - T_0)}{\partial x}, \quad x > 0, t > 0, \quad (8)$$

$$u(x, t)|_{t=0} = 0, \frac{\partial u(x, t)}{\partial t}|_{t=0} = 0, x \geq 0, \quad (9)$$

$$u(x, t)|_{x=0} = A \sin \omega t, t > 0, \quad (10)$$

$$|u(x, t)| < \infty, x \geq 0, t \geq 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - m^2 (T - T_c), \quad x > 0, t > 0, \quad (11)$$

$$T(x, t)|_{t=0} = T_0, x \geq 0, \quad (12)$$

$$T(x, t)|_{x=0} = T_c, t > 0. |T(x, t)| < \infty, \quad x \geq 0, t \geq 0. \quad (13)$$

В (8)–(13) перейдем к безразмерным переменным:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= x/l, \quad \tau = a_0 t/l, \quad u^*(\xi, \tau) = \frac{u(x, t)}{\alpha l(T_c - T_0)}, \\ W(\xi, \tau) &= \frac{T(x, t) - T_0}{T_c - T_0}, \\ A_0 &= \frac{A}{\alpha l(T_c - T_0)}, \quad m_1^2 = \frac{a}{a_0 l}, \quad m_2^2 = \frac{m^2 l}{a_0}, \\ m_3 &= \frac{\omega l}{a_0}; \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Здесь  $l$  – масштабная единица длины.

Задача (8)–(13) будет иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 u^*}{\partial \tau^2} &= \frac{\partial^2 u^*}{\partial \xi^2} + \frac{\partial W}{\partial \xi}, \quad \xi > 0, \quad \tau > 0, \\ u^*(\xi, \tau) \Big|_{\tau=0} &= \frac{\partial u^*(\xi, \tau)}{\partial \tau} \Big|_{\tau=0} = 0, \quad \xi \geq 0 \\ u^*(\xi, \tau) \Big|_{\xi=0} &= A_0 \sin m_3 \tau, \quad \tau > 0, \\ |u^*(\xi, \tau)| < \infty & \quad \xi \geq 0, \quad \tau \geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial \tau} &= m_1^2 \frac{\partial^2 W}{\partial \xi^2} - m_2^2 (W - 1), \\ \xi > 0, \quad \tau > 0, & \\ W(\xi, \tau) \Big|_{\tau=0} &= 0, \quad W(\xi, \tau) \Big|_{\xi=0} = 1, \\ |W(\xi, \tau)| < \infty & \quad \xi \geq 0, \quad \tau \geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Операционное (по Лапласу) решение задачи (15)–(16) относительно функции

$$\bar{u}^*(\xi, p) = \int_0^\infty \exp(-p\tau) \cdot u^*(\xi, \tau) d\tau$$

$$\bar{u}^*(\xi, p) = \frac{m_1}{\sqrt{1+4m_1^2m_2^2}} \left[ \frac{1}{\sqrt{p+m_2^2}(p-p_1)} - \frac{1}{\sqrt{p+m_2^2}(p-p_2)} \right] \times$$

$$\times \exp(-p\xi) + \frac{A_0 m_3}{p^2 + m_3^2} \exp(-p\xi) - \frac{m_1}{\sqrt{1+4m_1^2m_2^2}} \times \quad (17)$$

$$\times \left[ \frac{1}{\sqrt{p+m_2^2}(p-p_1)} \exp\left[-\sqrt{p+m_2^2}\left(\xi/m_1\right)\right] - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{\sqrt{p+m_2^2}(p-p_2)} \exp\left[-\sqrt{p+m_2^2}\left(\xi/m_1\right)\right] \right].$$

Переходя к оригиналам [4], находим

$$u^*(\xi, \tau) = u_1^*(\xi, \tau) + u_2^*(\xi, \tau) \eta(\tau - \xi), \quad (18)$$

где  $\eta(z)$  – функция Хевисайда.

Здесь:

$$\left. \begin{aligned} u_1^*(\xi, \tau) &= -\frac{m_1}{\sqrt{1+4m_1^2m_2^2}} \times \\ &\times \left[ \sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \frac{1}{2\sqrt{m_2^2 + p_k}} \exp(p_k \tau) \times \right. \\ &\times \left. \exp\left(-\sqrt{m_2^2 + p_k}\xi/m_1\right) \Phi^* \times \right. \\ &\times \left. \left( \frac{\xi}{2m_1\sqrt{\tau}} - \sqrt{(m_2^2 + p_k)\tau} \right) - \right. \\ &- \exp\left(\sqrt{m_2^2 + p_k}\xi/m_1\right) \Phi^* \times \\ &\times \left. \left( \frac{\xi}{2m_1\sqrt{\tau}} + \sqrt{(m_2^2 + p_k)\tau} \right) \right] \right\}, \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

$$\left. \begin{aligned} u_2^*(\xi, \tau) &= \frac{m_1}{\sqrt{1+4m_1^2m_2^2}} \times \\ &\times \left[ \sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \frac{1}{2\sqrt{m_2^2 + p_k}} \exp[p_k(\tau - \xi)] \times \right. \\ &\times \left. \Phi\left(\sqrt{(m_2^2 + p_k)(\tau - \xi)}\right) \right] + A_0 \sin m_3(\tau - \xi); \\ p_{1,2} &= \left(1 \pm \sqrt{1+4m_1^2m_2^2}\right)/(2m_1^2), \\ \Phi^*(z) &= 1 - \Phi(z); \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

$\Phi(z) = (2/\sqrt{\pi}) \int_0^z \exp(-y^2) dy$  – функция Лапласа.

Если в (16) пренебречь теплообменом через боковую поверхность  $m_2^2 = 0$  (за счет термоизоляции боковой поверхности стержня или малой величины  $m_2^2$ ), то функции в (18) будут иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} u_1^*(\xi, \tau) &= -\frac{m_1^2}{2} \exp\left(\tau/m_1^2\right) \times \\ &\times \left[ \exp(-\xi/m_1^2) \Phi^*\left(\frac{\xi}{2m_1\sqrt{\tau}} - \frac{\sqrt{\tau}}{m_1}\right) - \right. \\ &- \exp\left(\xi/m_1^2\right) \Phi^*\left(\frac{\xi}{2m_1\sqrt{\tau}} + \frac{\sqrt{\tau}}{m_1}\right) \left. \right] + \\ &+ \frac{2m_1\sqrt{\tau}}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{\xi^2}{4m_1^2\tau}\right) - \frac{\xi}{m_1} \Phi^*\left(\frac{\xi}{2m_1\sqrt{\tau}}\right); \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

$$u_2^*(\xi, \tau) = m_1^2 \exp\left(\frac{\tau - \xi}{m_1^2}\right) \Phi\left(\frac{\sqrt{\tau - \xi}}{m_1}\right) - \frac{2m_1^2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\tau - \xi} + A_0 \sin m_3(\tau - \xi). \quad (22)$$

Если в постановке задачи (8)–(13) исключить влияние градиента температуры ( $T = \text{const}$  – классический случай), то перемещение сечения стержня с абсциссой  $\xi$  описывается формулой:

$$\tilde{u}^*(\xi, \tau) = [A_0 \sin m_3(\tau - \xi)] \eta(\tau - \xi). \quad (23)$$

Рассмотрим еще один практически важный случай, когда к концу стержня  $x > 0$  приложена продольная сила  $P = \text{const}$ , так что  $[\partial u(x, t)/\partial x]_{x=0} = -P/(ES)$ ,  $t > 0$ , или в переменных  $(\xi, \tau)$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u^*(\xi, \tau)}{\partial \xi} \Big|_{\xi=0} &= (-A_0), \quad \tau > 0, \\ A_0 &= \frac{P}{\alpha(T_c - T_0)ES}. \end{aligned} \quad (24)$$

Функция смещения  $u^*(\xi, \tau)$  имеет вид (18), где  $u_1^*(\xi, \tau)$  – выражение (19),

$$\begin{aligned} u_2^*(\xi, \tau) &= A_0(\tau - \xi) + \frac{1}{\sqrt{1 + 4m_1^2 m_2^2}} \times \\ &\times \left\{ \left( \frac{1}{p_2} - \frac{1}{p_1} \right) + \frac{1}{p_1} \exp[p_1(\tau - \xi)] - \right. \\ &\left. - \frac{1}{p_2} \exp[p_2(\tau - \xi)] \right\}, \end{aligned} \quad (25)$$

числа  $p_1$  и  $p_2$  приведены выше.

В случае отсутствия градиента температуры решение имеет вид:

$$\tilde{u}^*(\xi, \tau) = A_0(\tau - \xi) \eta(\tau - \xi). \quad (26)$$

Рис. 1–4 раскрывают количественно влияние температурного поля в стержне на характер продольных колебаний. Прежде всего заметим, что изменение знака  $u^*(\xi, \tau)$  означает изменение направления смещения фиксированного сечения. На рис. 1 описаны продольные колебания сечения  $\xi = 1$  со

временем, рассчитанные по решению (18)–(20), (23). Кривая 1 – классический случай (23): колебания начинаются с задержкой на  $\tau = 1$ , до этого момента сечение находится в состоянии покоя. Кривые 2, 3 – колебания сечения при наличии в стержне температурного поля: процесс начинается с начального момента времени, смещение одного знака возрастает и с момента  $\tau = 1$  начинаются колебания, амплитуда которых возрастает со временем. Если пренебречь влиянием теплообмена через боковую поверхность стержня, то картина колебаний сохраняется, несколько уменьшается линейная часть графика на промежутке  $\tau \in [0, 1]$ .

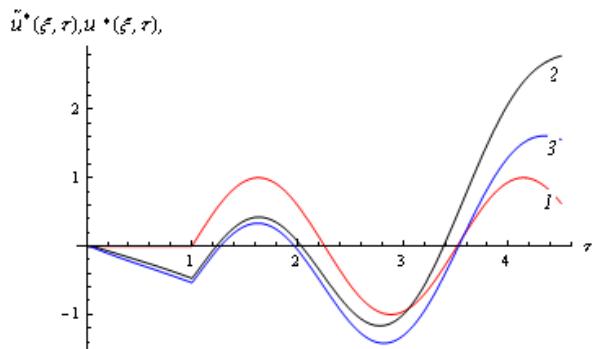


Рис. 1. Кривая 1 –  $\tilde{u}^*(\xi, \tau)$  (решение (23)), кривые 2, 3 –  $u^*(\xi, \tau)$  (решение (18)): 2 –  $m_1^2 = 1.8$ , 3 –  $m_1^2 = 2.4$ .  $\xi = 1$ ,  $m_3 = 2.5$ ,  $A_0 = 1$ ;  $m_2^2 = 0.1$

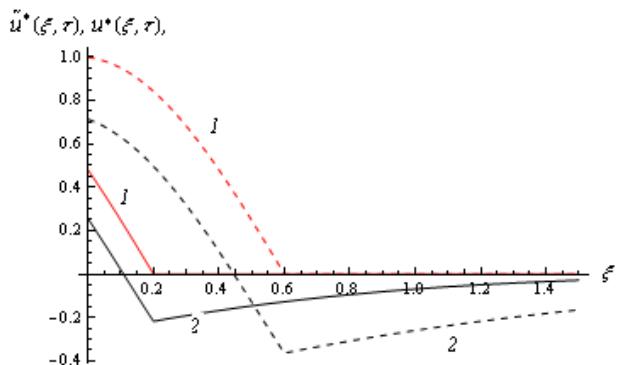


Рис. 2. Кривые 1 –  $\tilde{u}^*(\xi, \tau)$  (решение (23)), кривые 2 –  $u^*(\xi, \tau)$  (решение (18)):  $m_1^2 = 1.8$ ,  $m_3 = 2.5$ ,  $A_0 = 1$ ;  $m_2^2 = 0.1$ ; сплошные  $\tau = 0.2$ , пунктирные  $\tau = 0.6$

Рис. 2 раскрывает картину смещения (18)–(20), (23) сечений стержня вдоль его текущей длины в фиксированный момент времени. Для классического случая (23) смещение начинается с торца и для сечений, численно превышающих фиксированное время, наблюдается состояние покоя. При наличии температурного поля для малых времен смещение также начинается с торца, убывает, меняет знак и затем приближается к нулевому значению – состоянию покоя для достаточно удаленных сечений. При отсутствии теплообмена через боковую поверхность картина поведения смещения практически сохраняется.

Рис. 3 описывает поведение смещения (18), (19), (25), (26) фиксированного сечения  $\xi = 1$  со временем. В классическом случае (26) также до момента  $\tau = 1$  наблюдается состояние покоя и, начиная с  $\tau > 1$ , смещение возрастает со временем. При наличии градиента температуры в стержне смещение начинается с начального момента времени и до определенного времени не превышает «классическое» значение.

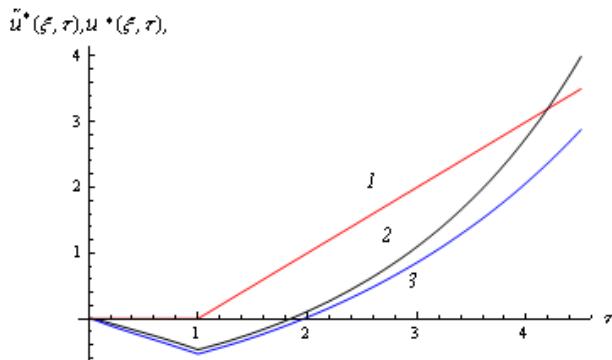


Рис. 3 Кривая 1 –  $\tilde{u}^*(\xi, \tau)$  (решение (26)), кривые 2, 3 –  $u^*(\xi, \tau)$  (решение (18), (19), (25)), 2 –  $m_1^2 = 1.8$ , 3 –  $m_1^2 = 2.4$ ,  $\xi = 1$ ,  $A_0 = 1$ ;  $m_2^2 = 0.1$

Рис. 4 описывает смещение сечений стержня вдоль его текущей длины для фиксированных моментов времени. Этот рисунок интересен тем, что картина поведения смещения близка к рис. 2, несмотря на

принципиальную разницу в задании граничного условия на торце стержня (15) и (24). Отличие в том, что при  $\tau = 0.2$  смещение на рис. 4 начинается с отрицательного значения: температурное поле «опускает» классическую прямую смещения (сплошная линия) в область отрицательных значений. Аналогичное влияние градиента температуры в стержне на смещения наглядно проявляется и на рис. 2.

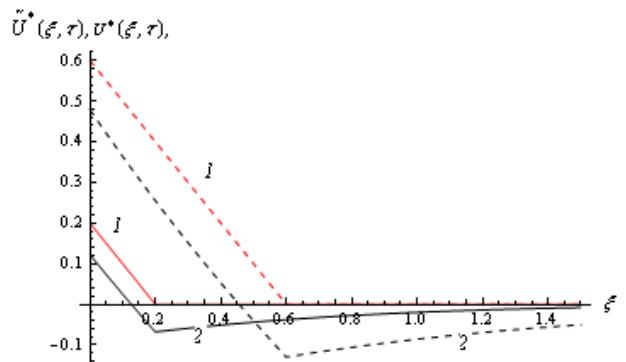


Рис. 4. Кривые 1 –  $\tilde{u}^*(\xi, \tau)$  (решение (26)), кривые 2 –  $u^*(\xi, \tau)$  (решение (18), (19), (25)):  $m_1^2 = 1.8$ ,  $A_0 = 1$ ;  $m_2^2 = 0.1$ ; сплошные  $\tau = 0.2$ , пунктирные  $\tau = 0.6$

В заключение заметим, что развитый подход может быть распространен на любые процессы колебаний путем модификации основного уравнения гиперболического типа (1).

**Выводы.** Рассмотрен новый класс модельных представлений в теории продольных колебаний стержня путем введения в основное уравнение колебаний гиперболического типа дополнительного слагаемого, характеризующего наличие в системе градиента температуры. Рассмотрены численные примеры и показано, что в последнем случае картина смещения сечений стержня принципиально меняется по сравнению с классическими решениями в теории колебаний систем в условиях постоянных температур.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1966. 724 с.
2. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1969. 288 с.
3. Карташов Э.М., Кудинов В.А. Аналитическая теория теплопроводности и прикладной термоупругости. М.: URSS, 2012. 653 с.
4. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. М.: Высшая школа, 2001. 540 с.

**References**

1. Tikhonov A.N., Samarsky A.A. Equations of mathematical physics. Moscow, Nauka, 1966. 724 p.
  2. Aramanovich I.G., Levin V.I. Equations of mathematical physics. Moscow, Nauka, 1969. 288 p.
  3. Kartashov E.M., Kudinov V.A. Analytical theory of thermal conductivity and applied thermal expansion. Moscow, URSS, 2012. 653 p.
  4. Kartashov E.M. Analytical methods in the theory of thermal conductivity of solids. Moscow, Vysshaya shkola, 2001. 540 p.
- 
- 

**NEW REPRESENTATION MODELS IN THE OSCILLATION THEORY OF SYSTEMS**

© E.M. Kartashov, I.A. Nagaeva

Moscow University of Technology (Institute of Fine Chemical Technology)  
86, prospect Vernadskogo, 119571, Moscow, Russian Federation

Consideration is given to a new class of representation models in the oscillation theory of systems described with classical boundary value problems for hyperbolic equations. The peculiar feature of the proposed approach lies in introducing an additional term to the basic equation of oscillations that characterizes the presence of a temperature gradient in the system. The developed theory deals with longitudinal oscillations of a rod, but it can be equally extended to the problems on string and membrane oscillations, shaft longitudinal oscillations, electromagnetic waves, etc. Numerical experiments showed a significant effect of the temperature field in the rod on the oscillation patterns and displacements of the rod cross-sections compared to classical solutions.

Key words: rod, longitudinal oscillations, temperature gradient, displacements.

УДК 536.2:536.7

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ КОНВЕКТИВНОГО ПОТОКА В ВИДЕ ФУНКЦИОНАЛА ОТ ГРАДИЕНТА

© А.И. Филиппов, Э.В. Мухаметзянов

Для изучения явлений переноса, инициированных ячеистым или волновым полем скорости в среде, необходимо найти решение задачи Коши для уравнения конвективной теплопроводности. Входящее в задачу Коши уравнение в частных производных второго порядка содержит сложные переменные коэффициенты, поэтому аналитическое решение такой задачи представляет существенные трудности, часто непреодолимые с помощью аналитических методов. Метод редукции к интегро-дифференциальному уравнению, представленный в данной статье для трехмерного случая прямоугольной системы координат, во многих случаях позволяет избежать необходимости построения точного аналитического решения таких задач. На основе полученных выражений могут быть созданы новые методы исследования и расчетов температурных полей конвективных потоков различной природы.

**Ключевые слова:** редукция к интегро-дифференциальному уравнению, трансцилляторный перенос, функция Грина, теория вычетов, задача Коши.

Исследование температурных полей в текущих средах осуществляется на основе уравнения конвективной теплопроводности. Решение этого уравнения, особенно в сложных полях скорости, представляет существенные трудности, которые часто непреодолимы с помощью аналитических методов.

На практике часто возникают задачи, которые приводят к необходимости восстановления температурного поля по заданным значениям градиента температуры. К числу таких задач относятся задачи о температурных полях в волновых и ячеистых течениях. Предпосылкой важности таких задач служит тот факт, что при воздействии волновых полей в сложных средах возрастают значения коэффициентов переноса. Физический механизм этого явления достаточно сложен, и до настоящего времени нет полной теории этого явления. Одним из механизмов, объясняющих явление возрастания коэффициентов переноса, является так называемый трансцилляторный [1–7] механизм. Его суть состоит в увеличении потока

за счет относительного смещения частиц среды, вызываемого волновым или ячеистым полем скоростей. Трансцилляторный теплоперенос относится к диффузионно-конвективным процессам, возникающим при колебательном относительном перемещении участков или частей среды [8].

Как и теплопроводность, такой процесс описывается *коэффициентом трансцилляторного переноса* (КТП). Вычисление коэффициента трансцилляторного переноса производится следующим образом. Сначала определяется величина конвективного потока тепла  $\vec{j}_{\text{conv.}} = c\rho\vec{v}T$ . Для определения коэффициента трансцилляторного переноса осуществляется осреднение выражения потока по периоду колебаний и по пространственной ячейке. Несмотря на то, что среднее значение скорости при колебательном движении равно нулю  $\langle \vec{v} \rangle = 0$ , среднее значение конвективного потока, вообще говоря, не равно нулю  $\langle \vec{v}T \rangle \neq 0$ , поскольку температурное поле  $T$  зависит от скорости  $\vec{v}$ , т.е. они коррелированы. Для определения

ФИЛИППОВ Александр Иванович – д.т.н., Уфимский государственный нефтяной технический университет, e-mail: slvvuz@yandex.ru

МУХАМЕТЗЯНОВ Эльвир Венерович – к.ф.-м.н., Уфимский государственный нефтяной технический университет, e-mail: mukhametzuanov.ev@gmail.com

коэффициента трансцилляторного переноса  $\lambda_{tr}$ . необходимо величину усредненного конвективного потока тепла  $\langle \vec{j}_{conv} \rangle$  привести к виду, аналогичному закону теплопроводности Фурье  $\langle \vec{j}_{conv} \rangle = -\lambda_{tr} \langle \nabla T \rangle$ .

Из представленных выражений следует, что главный этап задачи состоит в выражении температурного поля через градиент того же температурного поля. Развитие теории трансцилляторного переноса, таким образом, приводит к необходимости такого представления в случае уравнений в частных производных второго порядка с переменными коэффициентами, аналитическое решение которых сильно затруднено. Для решения этой задачи авторами предлагается метод редукции к эквивалентному интегральному уравнению, который в большинстве случаев позволяет избежать необходимости построения точного аналитического решения таких уравнений. В отличие от метода, использованного Зельдовичем [9], нахождения полного решения задачи в этом случае не требуется.

В данной статье рассмотрена редукция задачи Коши для уравнения конвективной теплопроводности к эквивалентному интегральному уравнению в трехмерном случае прямоугольной декартовой системы координат.

Определение температурного поля  $T$  среды с конвективными ячейками или волновым полем скоростей сводится к решению задачи Коши для уравнения конвективной теплопроводности для температурного перепада  $\theta = T - T|_{t=0}$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \theta}{\partial t} - a_x \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} - a_y \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} - a_z \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} = \\ = -v_z \left( \frac{\partial \theta}{\partial z} - \Gamma_z \right) - v_y \left( \frac{\partial \theta}{\partial y} - \Gamma_y \right) - \\ - v_x \left( \frac{\partial \theta}{\partial x} - \Gamma_x \right) = q(x, y, z, t), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\theta|_{t=0} = 0, \quad (2)$$

где введены обозначения для координат антиградиента в начальный момент времени

$$\begin{aligned} \Gamma_z &= -\partial T / \partial z|_{t=0}, \quad \Gamma_y = -\partial T / \partial y|_{t=0}, \\ \Gamma_x &= -\partial T / \partial x|_{t=0}. \end{aligned}$$

В работе осуществлена редукция к эквивалентному интегральному уравнению, связывающему температуру и ее градиент. Для этого конвективное слагаемое в правой части (1) представлено в виде эквивалентного источника  $q(x, y, z, t)$ . Указанная редукция осуществлена с помощью теории обобщенных функций. Для этого выразим искомое решение через функцию Грина  $G$ :

$$\begin{aligned} \theta = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} q(x', z', y', t') \times \\ \times G(x - x', y - y', z - z', t - t') dx' dy' dz' dt'. \end{aligned} \quad (3)$$

Воспользовавшись основным свойством дельта-функции, получим следующее уравнение для функции Грина:

$$\hat{L}G = \delta(x - x')\delta(y - y')\delta(z - z')\delta(t - t'), \quad (4)$$

где через  $\hat{L}$  обозначен оператор  $\hat{L} = \frac{\partial}{\partial t} - a_x \frac{\partial^2}{\partial x^2} - a_y \frac{\partial^2}{\partial y^2} - a_z \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ .

Выразив  $\delta$ -функции через интегралы Фурье

$$\begin{aligned} \delta(x - x') &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \exp(ik(x - x')) dk, \\ \delta(y - y') &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \exp(i\gamma(y - y')) d\gamma, \\ \delta(z - z') &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \exp(i\beta(z - z')) d\beta, \\ \delta(t - t') &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \exp(i\alpha(t - t')) d\alpha, \end{aligned} \quad (5)$$

функцию Грина определим путем «деления на оператор» в виде:

$$G = \frac{1}{16\pi^4} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\exp\left(ik(x - x') + i\gamma(y - y') + \right.}{\left. + i\beta(z - z') + i\alpha(t - t')\right)} \times \quad (6)$$

$$x da db d\gamma dk.$$

Дальнейшие преобразования функции Грина сводятся к интегрированию по четырем переменным  $a, \beta, \gamma$  и  $k$ . Вычисление

интеграла по переменной  $\alpha$  осуществляется с использованием теории вычетов:

$$I_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\exp(i\alpha(t-t'))}{i\alpha + a_x k^2 + a_y \gamma^2 + a_z \beta^2} d\alpha = \\ = \begin{cases} 2\pi \exp[-(a_x k^2 + a_y \gamma^2 + a_z \beta^2)(t-t')], & t > t', \\ 0, & t < t'. \end{cases} \quad (7)$$

Второй, третий и четвертый интегралы в (8) по переменным  $\beta, \gamma$  и  $k$  сводятся к интегралу Пуассона:

$$I_2 = \int_{-\infty}^{\infty} \exp[i\beta(z-z') - a_z \beta^2(t-t')] d\beta = \\ = \frac{\sqrt{\pi} \exp[-(z-z')^2 / 4a_z(t-t')]}{\sqrt{a_z(t-t')}}, \quad (8)$$

$$I_3 = \int_{-\infty}^{\infty} \exp[i\gamma(y-y') - a_y \gamma^2(t-t')] d\gamma = \\ = \frac{\sqrt{\pi} \exp[-(y-y')^2 / 4a_y(t-t')]}{\sqrt{a_y(t-t')}}, \quad (9)$$

$$I_4 = \int_{-\infty}^{\infty} \exp[ik(x-x') - a_x k^2(t-t')] dk = \\ = \frac{\sqrt{\pi} \exp[-(x-x')^2 / 4a_x(t-t')]}{\sqrt{a_x(t-t')}}. \quad (10)$$

Окончательно получим следующее выражение для функции Грина:

$$G = \frac{1}{8\pi^{3/2} \sqrt{a_z a_y a_x} (t-t')^{3/2}} \exp \times \\ \times \left( -\frac{(z-z')^2}{4a_z(t-t')} - \frac{(y-y')^2}{4a_y(t-t')} - \frac{(x-x')^2}{4a_x(t-t')} \right). \quad (11)$$

С учетом этого эквивалентное интегро-дифференциальное уравнение, соответствующее задаче (1), (2), имеет вид:

$$\theta(x, y, z, t) = \frac{1}{8\pi^{3/2} \sqrt{a_z a_y a_x}} \times \\ \times \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^t \left[ -v_z \left( \frac{\partial \theta}{\partial z} - \Gamma_z \right) - v_y \left( \frac{\partial \theta}{\partial y} - \Gamma_y \right) - \right.$$

$$- v_x \left( \frac{\partial \theta}{\partial x} - \Gamma_x \right) \left] \exp \left( -\frac{(z-z')^2}{4a_z(t-t')} - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{(y-y')^2}{4a_y(t-t')} - \frac{(x-x')^2}{4a_x(t-t')} \right) \right] \frac{dx' dy' dz' dt'}{(t-t')^{3/2}}. \quad (12)$$

Оно связывает интегральным соотношением функцию  $\theta$  и ее градиент. Соответствующее интегро-дифференциальное уравнение для температуры  $T$  представится как

$$T = T|_{t=0} + \frac{1}{8\pi^{3/2} \sqrt{a_z a_y a_x}} \times \\ \times \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^t \left( -v_z \frac{\partial T}{\partial z} - v_y \frac{\partial T}{\partial y} - v_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) \times \\ \times \exp \left( -\frac{(z-z')^2}{4a_z(t-t')} - \frac{(y-y')^2}{4a_y(t-t')} - \right. \\ \left. \left. - \frac{(x-x')^2}{4a_x(t-t')} \right) \right] \frac{dx' dy' dz' dt'}{(t-t')^{3/2}}. \quad (13)$$

Выражение (13) позволяет представить температуру  $T$  в виде функционала от ее градиента

$$T = T|_{t=0} - \frac{1}{8\pi^{3/2}} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^t \frac{(\bar{v} \nabla T)}{\sqrt{a_z a_y a_x}} \times \\ \times \exp \left( -\frac{(z-z')^2}{4a_z(t-t')} - \frac{(y-y')^2}{4a_y(t-t')} - \frac{(x-x')^2}{4a_x(t-t')} \right) \times \\ \times \frac{dx' dy' dz' dt'}{(t-t')^{3/2}}. \quad (14)$$

Выражение (14) полностью решает поставленную задачу. Оно позволяет выразить температурное поле через его градиент. Эквивалентность полученного интегро-дифференциального уравнения исходной задаче Коши нетрудно обосновывается.

Значение полученного выражения заключается в том, что оно применительно к процессам теплопереноса с конвекцией является аналогом закона теплопроводности Фурье, справедливого для молекулярного потока тепла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Филиппов А.И., Филиппов К.А. О диффузии под воздействием звука // Акустический журнал. 1991. Т. 45, № 3. С. 414–417.
2. Нигматулин Р.И., Филиппов А.И., Хисматуллин А.С. Трансцилляторный перенос тепла в жидкости с газовыми пузырьками // Теплофизика и аэромеханика. 2012. Т. 19, № 5. С. 595–612.
3. Филиппов А.И., Садриев А.Ф., Мухаметзянов Э.В., Леонтьев А.И. Полигармонический трансциллятор бегущей волны // Известия высших учебных заведений. Физика. 2013. Т. 56, № 2. С. 39–44.
4. Филиппов А.И., Мухаметзянов Э.В., Садриев А.Ф., Леонтьев А.И., Садыкова Л.Ф. Математическая модель классического линейного трансциллятора // Вестник Башкирского университета. 2013. Т. 18, № 2. С. 359–362.
5. Филиппов А.И., Мухаметзянов Э.В., Леонтьев А.И., Садриев А.Ф. Новая модель теплопереноса – трансциллятор бегущей волны // Международный научно-исследовательский журнал. 2012. № 5-2 (5). С. 28–30.
6. Филиппов А.И., Хисматуллин А.С., Мухаметзянов Э.В., Леонтьев А.И. Тепловой трансциллятор бегущей волны // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. 2011. № 1. С. 78–86.
7. Филиппов А.И., Котельников В.А., Минлибаев М.Р. Некоторые особенности явления переноса тепла при колебаниях в пористой среде // Теплофизика высоких температур. 1996. Т. 34, № 65. С. 708–713.
8. Mols B., Oliemans R. A turbulent diffusion model for particle dispersion and deposition in horizontal tube flow // Int. J. Multiphase Flow. 1998. V. 24, № 1. P. 55–75.
9. Зельдович Я.Б. Точное решение задачи диффузии в периодическом поле скорости и турбулентная диффузия // ДАН СССР. 1982. Т. 266, № 4. С. 821–826.

## References

1. Filippov A.I., Filippov K.A. On diffusion under the impact of sound. Akusticheskiy zhurnal, 1991, vol. 45, no. 3, pp. 414–417.
2. Nigmatulin R.I., Filippov A.I., Khismatullin A.S. Transcillation heat transfer in fluid with gas bubbles. Teplofizika i aeromekhanika, 2012, vol. 19, no. 5, pp. 595–612.
3. Filippov A.I., Sadriev A.F., Mukhametzyanov E.V., Leontyev A.I. Polyharmonic transciillator of a running wave. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika, 2013, vol. 56, no. 2, pp. 39–44.
4. Filippov A.I., Mukhametzyanov E.V., Sadriev A.F., Leontyev A.I., Sadykova L.F. Mathematical model for the classical linear transciillator. Vestnik Bashkirskogo universiteta, 2013, vol. 18, no. 2, pp. 359–362.
5. Filippov A.I., Mukhametzyanov E.V., Leontyev A.I., Sadriev A.F. New heat transfer model: Transciillator of a running wave. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal, 2012, no. 5–2 (5), pp. 28–30.
6. Filippov A.I., Khismatullin A.S., Mukhametzyanov E.V., Leontyev A.I. Heat transciillator of a running wave. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo uniuersiteta im. N.E. Baumana. Seriya: Estestvennye nauki, 2011, no. 1, pp. 78–86.
7. Filippov A.I., Kotelnikov V.A., Minlibaev M.R. Some features of the heat transfer phenomenon under oscillations in a porous medium. Teplofizika vysokikh temperatur, 1996, vol. 34, no. 65, pp. 708–713.
8. Mols B., Oliemans R. A turbulent diffusion model for particle dispersion and deposition in horizontal tube flow. Int. J. Multiphase Flow, 1998, vol. 24, no. 1, pp. 55–75.
9. Zeldovich Ya.B. Exact solution of the diffusion problem in a periodic velocity field and turbulent diffusion. Doklady AN SSSR, 1982, vol. 266, no. 4, pp. 821–826.

**REPRESENTATION FOR THE TEMPERATURE FIELD  
IN A CONVECTIVE FLUID FLOW AS A FUNCTIONAL GRADIENT**

© A.I. Filippov, E.V. Mukhametzyanov

Salavat Branch of the Ufa State Petroleum Technological University,  
22B, ulitsa Gubkina, 453250, Salavat, Russian Federation

To study the transfer phenomena initiated by hexagonal lattice or wave velocity fields in a medium, it is necessary to find a solution to the Cauchy problem for the convective heat conduction equation. The equation, involved into the Cauchy problem in partial derivatives of the second order, contains complex variable coefficients, so the analytical solution of this problem is a significant challenge that are frequently insurmountable via analytical methods. The method for reducing to integral-differential equations presented in this paper for the case of the three-dimensional Cartesian coordinate system makes it possible in many instances to eliminate the need for deriving an exact analytical solution to such problems. On the basis of the obtained expressions, new methods can be created to investigate and calculate temperature fields for convective flows of different nature.

Key words: reduction to integral-differential equations, transciillatory transfer, Green's function, residue theory, Cauchy problem.

УДК 532.529.6, 533.15, 62-732

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФФУЗИИ ГАЗА МЕЖДУ ПУЗЫРЬКОМ В КЛАСТЕРЕ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТЬЮ

© Е.В. Бутюгина, Э.Ш. Насибуллаева

Представлены результаты численного моделирования диффузионного процесса, протекающего между воздушным пузырьком в кластере и окружающей его технической жидкостью (топливом) при периодическом внешнем воздействии, с целью разработки механизма предварительной очистки топлива от воздуха. Исследования проводились для различных марок топлива в широком диапазоне параметров системы (амплитуда внешнего поля, начальный радиус пузырька, температура топлива и т.п.). Сравнение пузырьков в воде и топливе показало важность учета в математической модели физических свойств жидкости, поскольку они значительно влияют на поведение газовых пузырьков. Получено, что при ультразвуковой обработке топлива этап установления диффузионно устойчивого кластера будет занимать небольшое время по сравнению с последующим этапом всплытия пузырьков на поверхность. Установлено, что при очистке топлива от воздуха с точки зрения наискорейшего установления диффузионно устойчивого кластера наибольшего размера предпочтительно применять обработку топлива, имеющего высокую температуру при высоком давлении.

Результаты данной работы предполагается в дальнейшем использовать для разработки механизма ультразвуковой очистки топлива от воздуха, который необходим на предварительном этапе при подготовке топлива к работе в различных технических системах в первую очередь эксплуатирующихся в экстремальных условиях.

Ключевые слова: пузырьковый кластер, воздушный пузырек, направленная диффузия, топливо, равновесный радиус.

**Введение.** Рабочей средой многих технических систем (ТС) является жидкость (топливо). Топливо всегда содержит воздух, поскольку обладает свойством растворять его в себе при наличии свободного пространства, существующего при производстве, хранении и транспортировке в топливных баках. По данным работы [1], в различных марках топлива может содержаться 11–18% воздуха. Наличие воздуха в топливе оказывает существенное влияние на работу ТС, поскольку меняет основные характеристики, от которых зависит функционирование этих систем, что может привести к изменению режима работы и вызвать аварийную ситуацию вплоть до отказа всей системы. Предварительная очистка топлива от воздуха перед использованием в ТС позволила бы максимально снизить

негативные последствия и, следовательно, повысить надежность работы ТС. Таким образом, исследование механизма очистки топлива от воздуха на этапе предварительной подготовки его к работе в техническом устройстве, в том числе эксплуатирующемся в экстремальных условиях, является актуальной задачей.

Для очистки топлива от воздуха целесообразно использовать процесс ультразвуковой дегазации, когда под действием ультразвуковых колебаний достаточной интенсивности в жидкости образуются и растут за счет диффузии газа пузырьки, которые затем всплывают на поверхность и уносят из жидкости газ. А поскольку при течении жидкости в условиях кавитации в различных механических системах кавитационные пузырьки могут группироваться, исключи-

БУТЮГИНА Екатерина Валерьевна – к.ф.-м.н., Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, e-mail: ekaterina.butuyugina@gmail.com  
НАСИБУЛЛАЕВА Эльвира Шамилевна – к.ф.-м.н., Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, e-mail: elvira@anrb.ru

тельное значение приобретает также изучение диффузионных процессов, протекающих между пузырьком и жидкостью, в пузырьковых скоплениях (пузырьковых кластерах).

В работе рассматривается задача диффузии газа между воздушным пузырьком в кластере и окружающей его технической жидкостью для оценки значения и времени достижения равновесного радиуса пузырька для различных температур и марок топлива. Результаты позволяют получить начальное представление о времени, необходимом на предварительном этапе очистки топлива от воздуха.

**Постановка задачи и основные уравнения.** Рассматривается множество газовых пузырьков, колеблющихся под действием периодического изменения давления в вязкой малосжимаемой жидкости. Предполагается, что пузырьки уже образовались в жидкости, изначально имеющей однородную концентрацию газа  $c_\infty$ , т.е. сам процесс кавитации (стадия образования пузырьков) в работе не исследуется. Все пузырьки условно помещаются в сферическую область, граница которой называется далее условной границей кластера (рис. 1). Математическое моделирование основывается на следующих предположениях:

1) кластер располагается вдали от стенок емкости, в которой находится топливо, т.е.  $R_0 \ll L$ , где  $L$  – характерный размер бака;  $R_0$  – начальный радиус кластера;

2) радиус кластера  $R$  много меньше длины волны акустического поля  $\lambda$ . Тогда давление в кластере  $p_c$  можно считать однородным, т.е.  $p_c = p_c(t)$ , где  $t$  – время;

3) давление газа внутри пузырьков пространственно однородно и подчинено адиабатическому закону;

4) пузырьки являются сферически-симметричными и имеют одинаковый радиус  $a = a(t)$ , т.е. рассматривается случай монодисперсного кластера;

5) в кластере нет фазовых переходов за счет испарения/конденсации. Диффузион-

ная задача для кластера не решается, т.е. газ, растворенный в жидкости, переносится только за счет направленной диффузии в пузырьках;

6) за один период колебания пузырек в кластере изменяет массу только за счет диффузии, при этом выполняется следующее условие:

$$l_D \ll l, \quad (1)$$

где  $l_D = \sqrt{DT/f}$  – характерное расстояние проникновения диффузии;  $D$  – коэффициент диффузии газа в жидкости;  $T$  – количество периодов внешнего давления;  $f$  – частота внешнего давления;  $l \approx a_0 \sqrt[3]{4\pi/(3\alpha)}$  – среднее расстояние между пузырьками;  $\alpha = Na^3/R^3$  – концентрация пузырьков в кластере;  $N$  – число пузырьков;

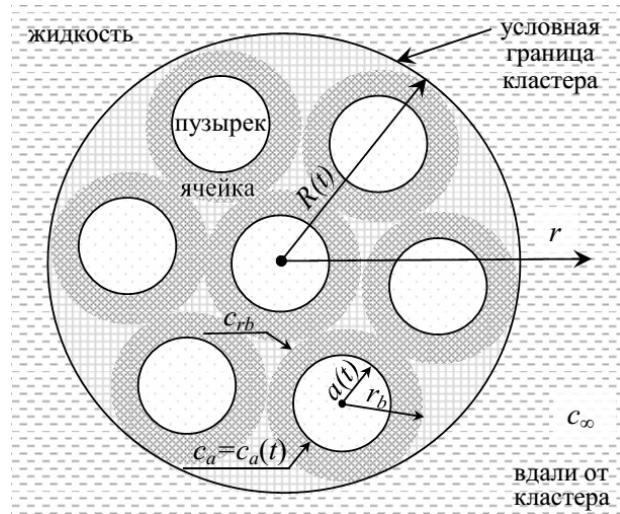


Рис. 1. Схематическое изображение монодисперсного пузырькового кластера

7) поступательное движение пузырьков, а следовательно, и самого кластера не учитывается. Данное предположение введено, поскольку учет поступательного движения усложняет математическую модель и увеличивает время проведения расчетов, а качественную картину протекания диффузионных процессов не улучшает. Это следует из того, что время всплытия пузырьков на поверхность намного больше времени достижения пузырьками равновесного радиуса (будет обосновано далее). Кроме то-

го, согласно 6-му предположению, пузырьки мало взаимодействуют между собой, поэтому их поступательное движение практически не влияет на сам процесс диффузии газа. Для улучшения количественных характеристик данное предположение будет снято при дальнейших исследованиях.

В соответствии с работой [2], внутри кластера может использоваться гипотеза о несжимаемой, а вне – о слабосжимаемой жидкой фазе в предположении высокой концентрации пузырьков в монодисперсном кластере ( $a \geq 1\%$ ). Тогда система уравнений, описывающая динамику кластера и пузырька в нем, будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} \left(1 - \frac{\dot{R}}{c_l}\right) R \ddot{R} + \frac{3}{2} \left(1 - \frac{\dot{R}}{3c_l}\right) \dot{R}^2 = \\ \left(1 + \frac{\dot{R}}{c_l}\right) \frac{p_c - p_a}{\rho} + \frac{R}{\rho c_l} \frac{d}{dt} [p_c - p_a], \\ a \ddot{a} + \frac{3}{2} \dot{a}^2 = \frac{P - p_c}{\rho}, \\ Na^2 \dot{a} = R^2 \dot{R}, \end{cases} \quad (2)$$

где  $p_a = p_0 - \Delta P \sin(\omega t)$  – внешнее периодическое давление;  $p_0$  – атмосферное давление;  $\Delta P$  – амплитуда внешнего давления;  $\omega = 2\pi f$  – круговая частота;  $\rho$  – плотность жидкости;  $c_l$  – скорость звука в жидкости; точка над переменной обозначает производную по времени. Давление на границе пузырька с жидкостью с учетом изменения массы пузырька имеет вид [3]:

$$P = \left(p_0 + \frac{2\sigma}{a_0}\right) \left(\frac{m_g}{m_{g0}}\right) \left(\frac{a}{a_0}\right)^{-3\gamma} - \frac{2\sigma}{a} - \frac{4\mu}{a} \dot{a}. \quad (3)$$

Здесь  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения;  $\gamma$  – показатель адиабаты;  $\mu$  – динамическая вязкость жидкости;  $m_g$  – масса газа в пузырьке. Нижний индекс «0» здесь и далее обозначает физическую величину в начальный момент времени. Начальные условия для системы уравнений (2)–(3):  $R|_{t=0} = R_0$ ,  $\dot{R}|_{t=0} = 0$ ,  $a|_{t=0} = a_0$ ,  $\dot{a}|_{t=0} = 0$ ,  $m_g|_{t=0} = m_{g0}$ . Отметим, что до настоящего времени при исследовании диффузии газа в

пузырьке другими авторами влияние изменения массы газа в пузырьке на динамику самого пузырька не учитывалось, т.е. масса газа в формуле (3) отсутствовала.

Скорость переноса массы через подвижную границу пузырька определяется через градиент концентрации газа  $c$  по следующей формуле

$$\dot{m}_g = -4\pi a^2 D \frac{\partial c}{\partial r} \Big|_{r=a},$$

где  $r$  – сферическая координата.

Диффузия растворенного в жидкости газа в сферических координатах описывается дифференциальным уравнением в частных производных:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{a^2 \dot{a}}{r^2} \frac{\partial c}{\partial r} = D \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial c}{\partial r}\right),$$

где  $(a^2 \dot{a})/r^2$  – радиальное поле скоростей. Граничное условие на поверхности пузырька зависит от времени и вычисляется по закону Генри:

$$c|_{r=a} = c_a = H \cdot p_{g0} \cdot \left(\frac{m_g}{m_{g0}}\right) \left(\frac{a}{a_0}\right)^{-3\gamma},$$

где  $H = c_0/p_0$  – константа Генри;  $c_0$  – концентрация насыщения жидкости газом;  $p_{g0}$  – давление газа в пузырьке в начальный момент времени.

Для определения потока массы между пузырьком и жидкостью каждый пузырек помещается в центр сферической ячейки радиуса  $r_b = a/\alpha^{1/3}$  (см. рис. 1) в соответствии с методом ячеек [4]. Среднее расстояние между пузырьками примерно равно диаметру ячейки ( $l \approx 2r_b$ ), тогда условие (1) означает, что существенные изменения концентрации газа из-за диффузии между пузырьком и жидкостью происходят в пределах ячейки, и диффузионный процесс в одном пузырьке не влияет на аналогичный процесс в соседнем пузырьке. Таким образом, диффузионную задачу достаточно рассматривать только от стенки пузырька до границы окружающей его ячейки ( $a \leq r \leq r_b$ ). Тогда на границе ячейки значение концентрации задается как  $c|_{r=r_b} = c_\infty$ .

В работе [5] были представлены формулы зависимости динамической вязкости  $\mu$  и плотности  $\rho$  от температуры  $T$ . Скорость звука в топливе  $c_l$  в зависимости от температуры можно определить по данным ТЦ В/0 «Нефтехим» – ЦИАМ [6]. Данная зависимость близка к линейной.

#### Численный метод решения задачи.

Численное решение системы уравнений (2)–(3) реализовано с помощью метода Дормана–Принса 8-го порядка точности с адаптивным шагом по времени [7]. Метод протестирован с помощью процедуры `ode45`, предназначеннной для решения обыкновенных дифференциальных уравнений в системе Matlab. Моделирование переноса массы через стенку пузырька проводилось с применением полуяевской схемы Кранка–Николсон [8] и выполнением условия консервативности разностной схемы. Подробное описание предложенного метода для случая одиночного пузырька приведено в работе [3].

В работе [9] были представлены результаты расчетов диффузационной задачи по аппроксимационным формулам для пузырьков в кластере в воде без учета влияния мгновенно изменяющейся массы газа в пузырьке на его динамику. В настоящей работе решается полная диффузационная задача в частных производных с учетом данного влияния. Получено, что максимальная относительная погрешность расчетов с выполнением допущения (1) и без него составляет  $\delta \approx 10^{-4}\%$ , что подтверждает корректность данного ограничения.

Решение полной диффузационной задачи позволяет отследить мгновенное изменение массы пузырька, но значительное изменение массы можно увидеть только при моделировании процесса в течение большого временного промежутка (порядка нескольких тысяч периодов), что требует значительных затрат машинного времени. В связи с этим было реализовано почти периодическое приближение для диффузационной задачи [3], имеющее место, когда время изменения средней за период массы пузырька многое больше времени

установления диффузии  $T_d = a^2 / D$ . Такое приближение позволяет сократить расчетное время более, чем в 100 раз, сохранив при этом хорошее соответствие результатам полной диффузационной задачи: максимальная относительная погрешность между значениями масс, полученными по двум методам расчета, порядка  $\delta \sim 0.1\%$ .

#### Результаты численного исследования.

Параметры диффузационной задачи, при которых проводились расчеты:  $R_0 = 1$  мм;  $N = 10^4$ ;  $\Delta P = 2 \div 7$  атм;  $f = 20$  кГц;  $\gamma = 1.4$ ;  $p_0 = 10^5$  Па;  $D = 2 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с. Параметры для воды при температуре 20°C:  $\sigma = 0.00725$  Н/м;  $\mu = 1.002$  мПа·с;  $\rho = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $c_l = 1500$  м/с;  $c_0 = 2.5 \cdot 10^{-5}$ . Параметры для топлива, зависящие от температуры, рассчитывались по формулам из работы [5], а не зависящие от температуры равны  $\sigma = 0.024$  Н/м;  $c_0 = 2.5 \times 10^{-4}$ . Считаем, что пузырек достиг равновесия, если отклонение значения его радиуса от значения на предыдущем шаге не превышает 10<sup>-4</sup> мкм и скорость изменения массы газа в пузырьке равна нулю с точностью до погрешности вычислений.

Было проведено сравнение равновесных значений радиусов пузырька в кластере  $a_{eq}$  от амплитуды внешнего давления  $\Delta P$  для марок топлив [6] РТ, ТС-1, Т-1, Т-2. Получены небольшие расхождения в значениях равновесного радиуса: максимальное относительное отличие наблюдается между топливами марок Т-2 и Т-1 при  $\Delta P = 7 \cdot 10^5$  Па и по отношению к наибольшему значению составляет  $\delta \approx 4.15\%$ , поэтому дальнейшие расчеты были проведены для топлива марки РТ как для широко применяемого в топливных системах. Заметим, что при  $\Delta P \geq 6.5 \cdot 10^5$  Па колебания пузырька в кластере становятся хаотическими, поэтому при определении равновесного радиуса используется осреднение по многим периодам колебания внешнего поля.

На рис. 2 показано изменение со временем размеров пузырьков с тремя различными начальными радиусами при концентрации вдали от кластера  $c_\infty = 0.07 \cdot c_0$  и амплитуде внешнего

давления  $\Delta P = 1.5$  атм в топливе марки РТ и воде. Видно, что поведение пузырьков в топливе и воде различается. Во-первых, равновесный радиус в воде  $a_{eq,w} = 4.5$  мкм ниже, чем в топливе  $a_{eq,k} = 6.96$  мкм (на рис. 2 эти значения представлены крупными точками). Во-вторых, время  $t_{eq,w} = 25$  с, необходимое для достижения пузырьком равновесного радиуса  $a_{eq}$  в воде, больше соответствующего времени для пузырька в топливе  $t_{eq,k} = 9$  с. Отметим, что из-за ограничения модели график показывает физически корректные результаты на временном отрезке до  $t \approx 10$  с. Тем не менее по началу кривой изменения радиуса, где модель действительна, можно судить о скорости выхода на равновесие, а по концу кривой – о количественном значении равновесного радиуса. Таким образом, можно утверждать, что  $t_{eq,k} < t_{eq,w}$ , так как скорость изменения радиуса пузырька в топливе выше, чем в воде. Далее по тексту значения  $t_{eq,w}$  и  $t_{eq,k}$  несут оценочные представления о времени выхода пузырька на равновесие. Поскольку равновесные радиусы отличаются, они задают диапазон начальных радиусов, в котором пузырек в топливе растет, а в воде – уменьшается в размерах. Для примера на рис. 2 продемонстрирован случай пузырька с начальным радиусом  $a_0 = 6$  мкм.

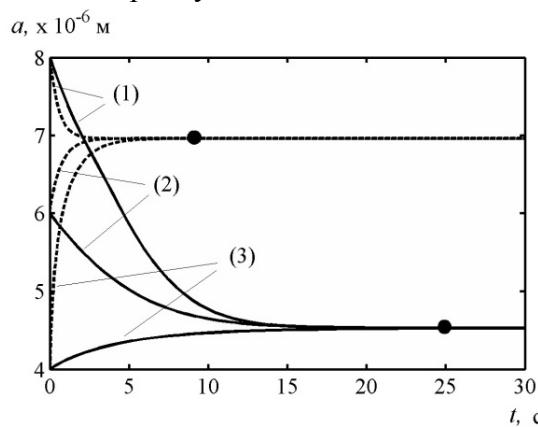


Рис. 2. Достижение равновесия пузырьками с различными начальными радиусами:  $a_0 = 8$  мкм (1),  $a_0 = 6$  мкм (2) и  $a_0 = 4$  мкм (3) при  $c_\infty = 0.07 \cdot c_0$  и  $\Delta P = 1.5$  атм в топливе марки РТ (штриховая линия) и в воде (сплошная линия)

Проведем оценку времени всплытия пузырька в топливе. Скорость  $v_b$  стационарного всплытия пузырька в жидкости при стоксовом режиме движения пузырька (число Рейнольдса  $Re = 2\rho v_b a / \mu < 1$ ) определяется по следующей формуле [10]:

$$v_b = \frac{2\rho g a^2}{9\mu}, \quad (6)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения. Поскольку считаем, что между пузырьками в кластере нет взаимодействия, то формулу (6) можно применить и к пузырьку в монодисперсном кластере. Для случая пузырька с  $a_0 = 4$  мкм его скорость всплытия в топливе марки РТ  $v_b = 27.9 \cdot 10^{-6}$  м/с, т.е. к моменту достижения своего равновесного радиуса пузырек всплынет только на расстояние, равное 0.25 мм. В воде этот же пузырек к моменту достижения равновесного размера поднимется на 0.87 мм со скоростью  $v_b = 34.8 \cdot 10^{-6}$  м/с.

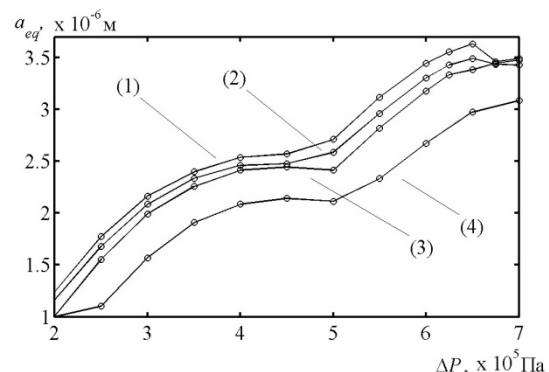


Рис. 3. Зависимость равновесного радиуса  $a_{eq}$  пузырька в кластере от амплитуды давления  $\Delta P$  в топливе марки РТ при  $T = 140^\circ\text{C}$  (1),  $T = 20^\circ\text{C}$  (2),  $T = -40^\circ\text{C}$  (3) и в воде при  $T = 20^\circ\text{C}$  (4) при  $c_\infty = 10^{-4} \cdot c_0$

На рис. 3 показана зависимость равновесного радиуса пузырька в кластере  $a_{eq}$  в воде при  $T = 20^\circ\text{C}$  и в топливе РТ при  $T = 20^\circ\text{C}$ ,  $140^\circ\text{C}$ ,  $-40^\circ\text{C}$  от амплитуды внешнего давления при  $c_\infty = 10^{-4} \cdot c_0$ . Приведенные значения температур рассматривались, так как во время работы ТС может меняться в пределах от  $-50^\circ\text{C}$  до  $+160^\circ\text{C}$ . Видно, что представленная зависимость является немонотонной. При данных

параметрах равновесное значение в топливе  $a_{eq,k}$  при 20°C несколько выше, чем в воде  $a_{eq,w}$ . Однако даже при больших значениях амплитуды равновесный радиус пузырька в топливе остается небольшим, чтобы пузырек мог разрушиться из-за неустойчивости поверхности. Таким образом, пузырек в кластере так же диффузионно устойчив в топливе, как и в воде при высоких амплитудах управляющего давления. Кроме того, рис. 3 демонстрирует, что с ростом температуры равновесный радиус пузырька в топливе становится больше.

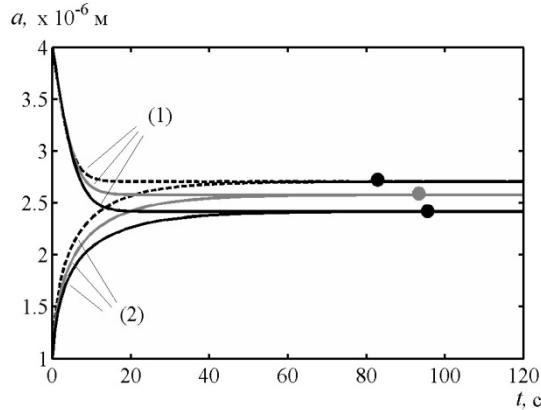


Рис. 4. Достижение равновесия пузырьками с различными начальными радиусами:  $a_0 = 1 \text{ мкм}$  (1) и  $a_0 = 4 \text{ мкм}$  (2) в реактивном топливе марки РТ при  $\Delta P = 5 \text{ атм}$  для различных температур:  $T = 140^\circ\text{C}$  (штриховая линия),  $T = 20^\circ\text{C}$  (серая сплошная линия),  $T = -40^\circ\text{C}$  (черная сплошная линия)

На рис. 4 показано изменение со временем размеров пузырьков с двумя различными начальными радиусами при управляющем давлении  $\Delta P = 5 \text{ атм}$  для трех различных значений температуры. При изменении температуры с  $T = -40^\circ\text{C}$  до  $T = 140^\circ\text{C}$  равновесный радиус (представлен крупной точкой) вырос на 12%. Кроме того, чем выше температура, тем быстрее достигается пузырьком равновесие. Так, при  $T = 140^\circ\text{C}$  время достижения равновесия  $t_{eq} = 82 \text{ с}$ . Заметим, что за это время пузырек с начальным радиусом  $a_0 = 4 \text{ мкм}$  поднимется на расстояние, равное 1.04 см.

**Заключение.** В работе были получены следующие результаты:

– сравнение пузырьков в воде и топливе показало важность учета в математической модели физических свойств жидкости, поскольку они значительно влияют на поведение газовых пузырьков: в топливе пузырьки имеют больший равновесный радиус, к которому они приходят быстрее, чем в воде; различие в значениях равновесных радиусов приводит к наличию диапазона начальных радиусов, в котором пузырек в топливе растет, а в воде – уменьшается в размерах; скорость всплытия на поверхность пузырька в топливе меньше скорости всплытия пузырька того же начального радиуса в воде. Кроме того, пузырек в моно-дисперсном кластере при больших амплитудах управляющего давления в топливе так же диффузионно устойчив, как и в воде;

– за время установления равновесного радиуса пузырек поднимется на незначительное расстояние (по сравнению с размерами емкости, в которой находится исследуемый пузырьковый кластер), следовательно, при ультразвуковой обработке топлива этап установления диффузионно устойчивого кластера (с момента образования кластера пузырьков до достижения пузырьками равновесного размера) будет занимать небольшое время по сравнению с последующим этапом всплытия пузырьков на поверхность;

– сравнение при различных значениях температуры топлива показало, что с ростом температуры равновесный радиус становится больше, а время его достижения, наоборот, меньше; время всплытия при увеличении температуры падает, что связано с уменьшением вязкости жидкости. Таким образом, при очистке топлива от воздуха с точки зрения наискорейшего установления диффузионно устойчивого кластера наибольшего размера предпочтительно применять обработку топлива, имеющего высокую температуру при высоком давлении.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 14-01-97019-р\_поволжье\_a, 14-01-31369-мол\_a), Академии наук Республики Башкортостан (договор № 40/11-П).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков Г.В., Гулин Е.И., Торчиев Н.Н. Физико-химические основы применения моторных, реактивных и ракетных топлив. М.: Химия, 1965. 270 с.
2. Nasibullaeva E.S., Akhatov I.S. Bubble cluster dynamics in an acoustic field // J. Acoust. Soc. Am., 2013. V. 133, № 6. P. 3727–3738.
3. Бутюгина Е.В., Насибуллаева Э.Ш., Гумеров Н.А., Ахатов И.Ш. Численное моделирование динамики газового микропузырька в акустическом поле с учетом процесса направленной диффузии // Вычислительная механика сплошных сред. 2014. Т. 7, № 3. С. 234–244.
4. Нигматуллин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. М.: Наука, 1978. 336 с.
5. Денисова Е.В., Насибуллаев И.Ш., Насибуллаева Э.Ш., Черникова М.А. Течение жидкости в канале при малых перепадах давления: сравнение уравнений Бернулли и Навье–Стокса // Известия Уфимского научного центра РАН. 2014. № 4. С. 17–23.
6. Скорость звука в реактивных топливах. URL: [http://thermalinfo.ru/publ/zhidkosti/\\_toplivo\\_i\\_maslo/skorost\\_zvuka\\_v\\_reaktivnykh\\_toplivakh/31-1-0-394](http://thermalinfo.ru/publ/zhidkosti/_toplivo_i_maslo/skorost_zvuka_v_reaktivnykh_toplivakh/31-1-0-394) (дата обращения: 22.01.2016).
7. Хайрер Э., Норсетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. М.: Мир, 1990. 512 с.
8. Crank J., Nicolson P. A practical method for numerical evaluation of solutions of partial differential equations of the heat conduction type // Proc. Camb. Phil. Soc. 1947. V. 43, № 1. P. 50–67.
9. Насибуллаева Э.Ш., Ахатов И.Ш. Исследование диффузионной устойчивости пузырьков в кластере // ПМТФ. 2007. Т. 48, № 4. С. 40–48.
10. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. М.: Наука, 1986. Т. VI. Гидродинамика. 736 с.

## References

1. Bolshakov G.V., Gulin E.I., Torchiev N.N. Physicochemical principles for using petroliums, rocket fuels and propellants. Moscow, Khimiya, 1965. 270 p.
2. Nasibullaeva E.S., Akhatov I.S. Bubble cluster dynamics in an acoustic field. J. Acoust. Soc. Am., 2013, vol. 133, no. 6, pp. 3727–3738.
3. Butyugina E.V., Nasibullaeva E.Sh., Gumerov N.A., Akhatov I.Sh. Numerical simulation of gas microbubble dynamics in an acoustic field with account for rectified diffusion. Vychislitel'naya mehanika sploshnykh sred, 2014, vol. 7, no. 3, pp. 234–244.
4. Nigmatullin R.I. Fundamentals of mechanics of heterogeneous media. Moscow, Nauka, 1978. 336 p.
5. Denisova E.V., Nasibullaev I.Sh., Nasibullaeva E.Sh., Chernikova M.A. Fluid flow along a channel at low differential pressure: Comparison of Bernoulli's and Navier-Stokes equations. Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN, 2014, no. 4, pp. 17–23.
6. The sound velocity in rocket fuels. Available at: [http://thermalinfo.ru/publ/zhidkosti/\\_toplivo\\_i\\_maslo/skorost\\_zvuka\\_v\\_reaktivnykh\\_toplivakh/31-1-0-394](http://thermalinfo.ru/publ/zhidkosti/_toplivo_i_maslo/skorost_zvuka_v_reaktivnykh_toplivakh/31-1-0-394) (accessed January 22, 2016).
7. Hairer E., Norsett S., Wanner G. Solving ordinary differential equations. Nonstiff problems. Russian edition. Moscow, Mir, 1990. 512 p.
8. Crank J., Nicolson P. A practical method for numerical evaluation of solutions of partial differential equations of the heat conduction type. Proc. Camb. Phil. Soc., 1947, vol. 43, no. 1, pp. 50–67.
9. Nasibullaeva E.Sh., Akhatov I.Sh. The study of diffusion stability of gas bubbles in a cluster. PMTF, 2007, vol. 48, no. 4, pp. 40–48.
10. Landau L.D., Lifshits E.M. Theoretical physics. Vol. 6. Hydrodynamics. Moscow, Nauka, 1986. 736 p.

## NUMERICAL STUDY OF THE GAS DIFFUSION PROCESS BETWEEN CLUSTERED BUBBLES AND TECHNICAL FLUIDS

© E.V. Butyugina, E.Sh. Nasibullaeva

Mavlyutov Institute of Mechanics, Ufa Scientific Centre, RAS,  
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

The paper presents the results of numerical simulation of diffusion processes taking place between the air bubbles in a cluster and the surrounding fluids (fuel) under periodic external actions in order to develop a mechanism for fuel pre-cleaning from air. Calculations were carried out for different fuel brands in a wide range of system parameters (external field amplitude, initial bubble radius, fuel temperature, etc.). The comparison of bubbles in water and in fuel showed the importance of accounting for physical properties of the fluids in the mathematical model, since they significantly affect the behaviour of gas bubbles. It was found that under fuel ultrasonic processing the establishing step of a stable diffusion cluster will take little time in comparison with the subsequent step of bubble emersion on to the surface. It was established that during the fuel cleaning from air it is preferable to treat such fuel that has high temperature under high pressure, since this leads to the fastest formation of a maximum-sized diffusion stable cluster.

The results of this paper are supposed to be further used in the development of a mechanism of the ultrasonic fuel cleaning from air needed at the preliminary step of preparing the fuel for the use in different technological systems operated primarily under extreme conditions.

Key words: bubble cluster, air bubble, rectified diffusion, fuel, equilibrium radius.

## НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *Allium ursinum* L. И *Allium victorialis* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

© Л.А. Тухватуллина

Приводятся результаты интродукционного изучения двух видов рода *Allium*: *Allium ursinum*, *Allium victorialis*: биометрические параметры, сезонный ритм роста и развития, семенная продуктивность и особенности размножения этих видов. *A. victorialis* и *A. ursinum* – два близких ботанических вида, объединены под общим названием «черемша». Оба вида имеют обширные ареалы, которые в значительной степени налагаются друг на друга, в частности, в районах Кавказа и Восточного Закавказья. Черемша известна как пищевое, витаминное, медоносное, лекарственное и пряное растение. Изученные виды лука имеют существенные различия по морфологическим, ритмологическим и другим показателям. Они различаются по следующим параметрам: диаметр луковицы (у *A. ursinum* – до 1 см, у *A. victorialis* – до 2 см), высота цветоноса (*A. ursinum* – 30–35 см, *A. victorialis* – 47–63 см), расположение листьев на растении (у *A. ursinum* листья расположены при основании побега, у *A. victorialis* – до 1/2 или 1/3 части стебля), количество листьев на генеративном побеге (у *A. ursinum* – 2–3 шт., у *A. victorialis* – 4–5 шт.), соцветие (*A. ursinum* имеет пучковатый или полушаровидный зонтик, *A. victorialis* – шаровидный густой зонтик), диаметр соцветия (*A. ursinum* – 4–5 см, *A. victorialis* – 2.8–3.5 см), диаметр цветка (*A. ursinum* – 1.3–1.4 см, *A. victorialis* – до 1 см). По сезонному ритму развития виды являются коротковегетирующими, короткоцветущими растениями. Лук победный в наших условиях обладает более высокой семенной продуктивностью (коэффициент продуктивности составляет 28.2%), чем лук медвежий (11.4%). В условиях культуры лук медвежий и лук победный образуют хорошо выполненные, крупные семена.

Исследованные виды проходят все стадии жизненного цикла, устойчивы в культуре и перспективны для выращивания в нашей зоне.

Ключевые слова: *Allium*, интродукция, сезонный ритм развития, плodoобразование, соцветие, семенная продуктивность.

**Введение.** Род лук (*Allium* L.), семейства луковые (*Alliaceae* J.C.Agarde) [1]. По современным данным, объединяет 750–800 видов, распространенных в Северном полушарии. Виды рода *Allium* являются пищевыми, лекарственными, декоративными и кормовыми растениями [2].

Коллекционный участок луков (500 м<sup>2</sup>) находится в центральной части территории Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН. Коллекция рода *Allium* начала закладываться в 1987 г. Пополнение коллекции проходило в течение всего периода из различных ботанических садов России, ближнего и дальнего зарубежья, а также из флоры Башкортостана [3, 4].

В настоящее время род *Allium* в коллекционном фонде включает более 100 таксонов, из них 7 видов являются редкими растениями Башкортостана, 25 видов относятся к редким растениям различных регионов.

Целью исследований, проводимых в Ботаническом саду по интродукции видов этого рода, было привлечение как можно большего генетического разнообразия луков и выявление устойчивых к условиям Республики Башкортостана видов луков, обладающих хозяйственными полезными свойствами: высокими декоративными и пищевыми качествами [5, 6].

*A. victorialis* и *A. ursinum* – два близких ботанических вида, объединены под общим названием «черемша». Оба вида имеют об-

ТУХВАТУЛЛИНА Ленвера Ахнафовна – к.б.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: lenveral@yandex.ru

ширные ареалы, которые в значительной степени налагаются друг на друга, в частности, в районах Кавказа и Восточного Закавказья. Лук победный растет в Европейской части в Волго-Камском бассейне, в Сибири, на Дальнем Востоке, в районах Кавказа и Восточного Закавказья. Лук медвежий произрастает в Днепровско-Волго-Донском бассейне, Средней России, Белоруссии, Прибалтике, Западной Европе, Средиземноморье. Культивируется во многих ботанических садах СНГ и стран Балтии [7].

В природе черемша растет в лесах темнохвойного таежного комплекса, в сырьих широколиственных лесах, встречается в сосновых лесах, обычно производных от темнохвойных. Оба вида произрастают преимущественно на серых лесных и дерново-подзолистых суглинистых, слабокислых (рН от 5 до 6) почвах, достаточно обеспеченных элементами питания.

Ценность черемши как пищевого, витаминного, медоносного, лекарственного и пряного растения широко известна. В пищу употребляют молодые побеги и листья в свежем, соленом, маринованном, квашенном и сушеным виде.

В районах Западной и Восточной Сибири, а также на Дальнем Востоке черемша является одним из излюбленных дикорастущих растений и заготавливается населением в больших количествах. Вследствие этого природные запасы черемши неуклонно сокращаются.

В народной медицине черемшу издавна применяли для повышения аппетита, при лихорадке, для лечения цинги, как противоглистное средство и наружно – при ревматизме. Не забыта она и современной медициной. Благодаря антибиотическим и витаминным свойствам черемша используется, в частности, как средство, регулирующее работу желудка при лечении колитов. Установлено также, что черемша оказывает тонизирующее и слабое мочегонное действие [2, 7].

Биохимический состав черемши: в листьях сухое вещество составляет 11%, клетчатка – 1.0%, углеводы – 6.1%, белки (общий азот) – 2.4%, органические кислоты – 0.1%;

содержание витаминов указывается в мг/100 г сырого продукта: это каротин – 4.2, аскорбиновая кислота – 100, витамины В<sub>6</sub> – 0.2, В<sub>2</sub> – 0.1, В<sub>1</sub> – 0.1, РР – 0.5. В листьях также содержатся минеральные соли калия, магния, кальция, фосфора, серы, эфирные масла [7].

Сильные антибиотические свойства, общая высокая питательность и специфические вкусовые качества ставят луки медвежий и победный в ряд наиболее перспективных растений для окультуривания.

У *A. ursinum* и *A. victorialis* есть много общего, однако наблюдаются и различия. Они требовательны к условиям почвы – только рыхлые, хорошо аэрируемые участки благоприятны для их развития. *A. ursinum* и *A. victorialis* плохо растут на сильнокислых (рН 3–4) и щелочных (рН более 7.5) почвах, влаголюбивы и требуют поливов в засушливые периоды. Изученные виды лука различаются по следующим параметрам: диаметр луковицы, высота цветоноса, расположение листьев на растении (у *A. ursinum* листья расположены при основании побега, у *A. victorialis* – до 1/2 или 1/3 части стебля), количество листьев на побеге, особенности соцветия (*A. ursinum* имеет пучковатый или полушаровидный зонтик, *A. victorialis* – шаровидный густой зонтик), диаметр соцветия и цветка.

В данном сообщении приведены сведения по изучению сезонного ритма развития, морфометрии, репродуктивной биологии, особенности размножения этих видов луков.

**Материалы и методы исследования.** Работа проводилась в Ботаническом саду-институте УНЦ РАН (северная лесостепь, среднемноголетние метеорологические данные следующие: сумма осадков 459 мм, температура воздуха +2.6°C, вегетационный период 140 дней, почвы серые лесные).

*A. ursinum* в ботанический сад поступил в 2007 г. из Иркутска, в 2009 г. из Сыктывкара, *A. victorialis* – в 2008 г. из Сыктывкара (живыми растениями).

При изучении сезонного роста и развития использовали методику фенологических

Среднегодовые фенодаты исследованных луков

Фенодаты	<i>A. ursinum</i>	<i>A. victorialis</i>
Начало весеннего отрастания	28.04	23.04
Отрастание цветоноса	20.05	14.05
Раскрытие чехлика	10.06	23.05
Начало цветения	13.06	28.05
Конец цветения	24.06	14.06
Начало созревания семян	20.07	03.07
Конец созревания семян	30.07	10.07
Период от отрастания до начала созревания семян, дней	82–94	65–75

наблюдений И.Н. Бейдеман [8], классификацию феноритмотипов И.В. Борисовой [9], Семенную продуктивность определяли по методике И.В. Вайнагий [10], семенификация плода определялась как отношение числа выполненных семян к числу семяпочек на 1 плод (в %). Коэффициент вегетативного размножения определялся путем деления числа образовавшихся луковиц на число лет.

**Результаты и их обсуждение.** *A. ursinum* (лук медвежий или черемша). Лук медвежий имеет удлиненные луковицы диаметром до 1 см, наружные оболочки с параллельно-волокнистым жилкованием. Высота цветоноса составляет 30–35 см. Стебель трехгранный, при основании одетый влагалищами листьев. Он образует всего 2–3 листа ланцетной формы на длинном черешке, до 25–27 см (вместе с черешком) и шириной 5.8–7.5 см (листья похожи на листья ландыша). Соцветие – немногоцветковый пучковатый или полуушаровидный зонтик диаметром 4–5 см с равным ему опадающим чехлом. Цветоножки равные, в 1.5–2 раза длиннее околоцветника. Цветки почти звездчатые, диаметром 1.3–1.4 см, листочки околоцветника линейно-ланцетные, белые, с малозаметной жилкой. Тычиночные нити и столбики пестиков в два раза короче околоцветника. Коробочка шаровидная, трехгранный, семена почти шаровидные.

В табл. 1 представлены данные фенологических наблюдений исследованных луков.

Феноритмотип – коротковегетирующий, раннелетнецветущий. Весенное отрастание наблюдается в конце апреля – начале мая.

Во 2–3-й декаде мая появляются цветоносы. Продолжительность межфазы «начало вегетации–начало цветения» составляет 34–56 дней в зависимости от погодных условий. Чехол зонтика полностью раскрывается за 4–5 дней. Цветет лук медвежий в 1–2-й декаде июня, массовое цветение начинается на 5–7 сутки. Продолжительность фазы цветения особи по годам составляет 15–17 дней, одного соцветия – 10–12, цветка – 4–6 дней. По длительности цветения – короткоцветущий вид. Семена созревают в конце июля. Период от начала отрастания до начала созревания семян составляет 82–94 дня. Вегетация заканчивается в августе.

Устойчивость и качественные показатели семенной продуктивности растений – один из важнейших критериев успешности их в культуре.

В табл. 2 приводятся данные по элементам семенной продуктивности исследованных луков.

В одном соцветии образуется в среднем 33.5 цветков, плодов – 17.0, при этом плодоцветение зонтика составляет 51.5%. Реальная семенная продуктивность зонтика в среднем 22.5 шт. семян. Число семян в плоде – 1.1–1.4 шт. (в среднем 1.3), семенификация плода – 19.0–24.2% (в среднем 21.6%). Потенциальная семенная продуктивность зонтика в среднем составляет 198.0 шт. семян, коэффициент продуктивности зонтика – 8.1–14.6%. Лук медвежий в культуре обладает невысокой семенной продуктивностью, потенциальные возможности реализуются (в среднем) лишь на 11.4%.

Таблица 2

## Средние показатели семенной продуктивности исследованных луков

Продуктивность одного соцветия	<i>A. ursinum</i>	<i>A. victorialis</i>
Число цветков, шт.	33.5±2.3	50.7±2.5
Число плодов, шт.	17.0±1.3	43.3±3.1
Плодоцветение, %	51.5	85.5
Реальная семенная продуктивность, шт.	22.5±2.4	85.7±8.2
Число семян в плоде, шт.	1.3±0.1	1.9±0.2
Семенификация плода, %	21.6	33.0
Потенциальная семенная продуктивность, шт.	198.0±16.4	304.2±18.2
Коэффициент продуктивности, %	11.4	28.2

Лук медвежий в основном размножается семенами. В наших условиях у лука медвежьего образуются семена высокого качества. Семена крупные и хорошо выполненные, вес 1000 шт. семян составляет 6.5 г. Семена прорастают только при подзимнем посеве или после стратификации в течение 2.5–3 месяцев при температуре 0–3°C. Коэффициент вегетативного размножения у него невелик: ежегодно каждый побег формирует только одну замещающую луковицу. При семенном размножении обычно зацветает на 4–5-й год жизни.

Лук медвежий в наших условиях отличается зимостойкостью, не повреждается весенними и осенними заморозками. Устойчив к болезням и вредителям. Перспективный в культуре вид.

*A. victorialis* (лук победный или черемша). Луковицы цилиндрические, конические, до 2 см толщины, со светло-бурыми сетчатыми оболочками, по несколько (1–2) прикреплены к косому корневищу. *A. victorialis* в условиях культуры образует цветонос от 47 до 63 см высотой (в среднем 55 см), 3–4 мм шириной. Листья (4–5 шт.) гладкие, с ланцетной, продолговатой или широкоэллиптической пластинкой, длиной от 9.5 до 13 см (в среднем 11.3 см), шириной от 3.5 до 5.1 см (в среднем 4.7 см), постепенно суженной в черешок, располагаются до 1/2 или 1/3 части стебля. Чехол соцветия короче зонтика, оставшийся, почти без носика. Цветки до 1 см в диаметре, собраны в шаровидный зонтик, диаметром от 2.8 до 3.5 см (в среднем 3.1 см). Зонтик густой, перед цветением поникающий, цветоножки равные, в 2–3 раза длин-

нее околоцветника, листочки околоцветника беловато-зеленоватые, звездчато-распростертые. Нити тычинок почти в 1.5 раза длиннее околоцветника, коробочка шаровидно-трехгранный с широко обратносердцевидными створками. Семена *A. victorialis* крупные, блестящие, по форме округлые.

Феноритмотип – коротковегетирующий, весенне-раннелетнецветущий. *A. victorialis* весной трогается в рост во 2-й или 3-й декаде апреля. В конце 1-й декады или во 2-й декаде мая появляется цветонос, фаза отрастания его длится 10–16 дней. Продолжительность межфазы «начало вегетации–начало цветения» составляет 30–40 дней в зависимости от погодных условий. Зацветает лук победный в конце мая. Через неделю наступает массовое цветение. Фаза цветения особи длится 15–17 дней, длительность цветения соцветия – 10–11 дней, цветка – 4–5 дней. Семена созревают в 1-й декаде июля. По длительности цветения – короткоцветущий вид. Вегетация заканчивается в августе. Период от начала отрастания до созревания семян составляет по годам 65–75 дней.

В соцветии у лука победного образуется от 41 до 70 цветков (в среднем 50.7 шт.), число плодов зонтика колеблется от 34 до 50 (в среднем 43.3 шт.), при этом плодоцветение зонтика составляет 85.5%. Реальная семенная продуктивность на один генеративный побег колеблется от 77 до 102 шт. семян (в среднем 85.7 шт.). Число семян в коробочке – 1.98 шт., семенификация плода составляет 33.0%. Потенциальная семенная продуктивность зонтика колеблется от 246 до 420 шт.

(в среднем 304.2 шт.) семян. Лук победный в наших условиях обладает более высокой семенной продуктивностью, чем лук медвежий. Потенциальные возможности реализуются (в среднем) на 28.2%.

Лук победный зимостоек, хорошо размножается семенами и вегетативно. Ежегодно цветет и плодоносит. Масса 1000 шт. семян составляет 6.8 г. Рекомендуется подзимний посев семян. Коэффициент вегетативного размножения равен 1.5. Лук победный – перспективный вид.

**Заключение.** Как уже говорилось, изученные виды лука имеют существенные различия по морфологическим, ритмологическим и другим показателям. Они различаются по следующим параметрам: диаметр луковицы (у *A. ursinum* – до 1 см, у *A. victorialis* – до 2 см), высота цветоноса (*A. ursinum* – 30–35 см, *A. victorialis* – 47–63 см), расположение листьев на растении (у *A. ursinum* листья расположены при основании побега, у *A. victorialis* – до 1/2 или 1/3 части стебля), количество листьев на генеративном побеге (у *A. ursinum* – 2–3 шт., у *A. victorialis* – 4–5 шт.), соцветие (*A. ursinum* имеет пучковатый или полушиаровидный зонтик, *A. victorialis* – шаровидный густой зонтик), диаметр соцветия (*A. ursinum* – 4–5 см, *A. victorialis* – 2.8–3.5 см), диаметр цветка (*A. ursinum* – 1.3–1.4 см, *A. victorialis* – до 1 см).

По сезонному ритму развития виды являются коротковегетирующими, короткоцветущими растениями. *A. victorialis* – весенне-раннелетнецветущий, *A. ursinum* – раннелетнецветущий.

Лук победный в наших условиях обладает более высокой семенной продуктивностью (коэффициент продуктивности составляет 28.2%), чем лук медвежий (11.4%). В условиях культуры лук медвежий и лук победный образуют хорошо выполненные, крупные семена.

Проведенное изучение биологических особенностей исследованных луков показало, что исследованные виды проходят все стадии жизненного цикла, устойчивы в культуре и перспективны для выращивания в нашей зоне.

## ЛИТЕРАТУРА

- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семя, 1995. С. 9–16.
- Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Butomaceae–Thymelaeaceae*. СПб., 1994.
- Тухватуллина Л.А. Интродукция, биология и размножение представителей рода *Allium* L. в лесостепной зоне Башкирского Предуралья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2004. 22 с.
- Тухватуллина Л.А. Интродукция, биология и размножение представителей рода *Allium* L. в лесостепной зоне Башкирского Предуралья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2004. 273 с.
- Тухватуллина Л.А., Маслова Н.В., Абрамова Л.М. Опыт выращивания *Allium nutans* (*Alliaceae*) в Ботаническом саду-институте Республики Башкортостан // Растительные ресурсы. 2007. № 2. С. 30–38.
- Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. Интродукция дикорастущих луков в Башкортостане: биология, размножение, агротехника, использование. Уфа: Гилем, 2012. 267 с.
- Юрьева Н.А., Кокорева В.А. Многообразие луков и их использование. М., 1992. 160 с.
- Байдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 154 с.
- Борисова И.В. Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. 1972. Т. 4. С. 5–36.
- Вайнагай И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.

## References

- Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (within the former USSR). St. Petersburg, Mir i semya, 1995, 992 p.
- Plant resources of Russia and adjacent states. Flowering plants, their chemical composition, and use. Families *Butomaceae–Thymelaeaceae*. St. Petersburg, 1994.
- Tukhvatullina L.A. Introduction, biology and reproduction of the representatives of the genus *Allium* L. in the forest-steppe zone of the Bashkir Cis-Urals. PhD Thesis Abstract in Biology. Ufa, 2004. 22 p.
- Tukhvatullina L.A. Introduction, biology and reproduction of the representatives of the genus *Allium* L. in the forest-steppe zone of the Bashkir Cis-Urals. PhD Thesis in Biology. Ufa, 2004. 273 p.
- Tukhvatullina L.A., Maslova N.V., Abramova L.M. Cultivation practice for *Allium nutans*

(Alliaceae) in the Botanical Garden-Institute of the Republic of Bashkortostan. Rastitelnye resursy, 2007, no. 2, pp. 30–38.

6. Tukhvatalina L.A., Abramova L.M. Introduction of wild onions in Bashkortostan: Biology, reproduction, agrotechnology, and use. Ufa, Gilem, 2012. 267 p.

7. Yuryeva N.A., Kokoreva V.A. The variety of onions and their use. Moscow, 1992. 160 p.

8. Beydeman I.N. Methods of studying phenology of plants and plant communities. Novosibirsk, Nauka, 1974. 154 p.

9. Borisova I.V. Seasonal dynamics of plant community. Polevaya geobotanika. Leningrad, 1972, vol. 4, pp. 5–36.

10. Vaynagi I.V. On the methods for studying seed productivity in plants. Botanicheskiy zhurnal, 1974, vol. 59, no. 6, pp. 826–831.



## SOME BIOLOGICAL FEATURES OF *Allium ursinum* L. AND *Allium victorialis* L. UNDER INTRODUCTION IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

© L.A. Tukhvatalina

Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, RAS,  
195/3, ulitsa Mendeleeva, 450080, Ufa, Russian Federation

The article presents the results on introduction research of two *Allium* species: *Allium ursinum* and *Allium victorialis* and describes their biometric parameters, seasonal rhythm of growth and development, seed productivity and reproduction features. *A. victorialis* and *A. ursinum* are closely related plant species united under the general name of ramson. Both species occupy vast areas imposed substantially on each other, particularly in the Caucasus and eastern Trans-Caucasus. Ramson is known as a food, vitamin, melliferous, medicinal and aromatic plant. The species under study have essential distinctions by their morphological, rhythmological and other indicators. They differ in the following parameters: diameter of a bulb (up to 1 cm in *A. ursinum*, up to 2 cm in *A. victorialis*), height of a flow stalk (30 to 35 cm in *A. ursinum*, 47 to 63 cm in *A. victorialis*), arrangement of leaves on a plant (in *A. ursinum* leaves are attached to the base of a stalk, in *A. victorialis* at one third or two thirds of its height), number of leaves on a generative sprout (2 or 3 leaves in *A. ursinum*, 4 or 5 leaves in *A. victorialis*), type of inflorescence (*A. ursinum* has semi-spherical umbrella, *A. victorialis* has spherical dense umbrella), diameter of inflorescence (4 to 5 cm in *A. ursinum*, 2.8 to 3.5 cm in *A. victorialis*), and diameter of a flower (1.3 to 1.4 cm in *A. ursinum*, up to 1 cm in *A. victorialis*). According to their seasonal rhythm of development the species are fast-vegetating, fast-blooming plants. Under local conditions of Bashkortostan, *A. victorialis* is characterized by higher seed productivity (coefficient of productivity is 28.2%) as against *A. ursinum* (11.4%). Under cultivation conditions, *Allium ursinum* and *Allium victorialis* produce well-formed large seeds.

The species in question pass through all stages of their lifecycle, are stable in culture and can be considered promising for cultivation in this zone.

Key words: *Allium*, introduction, seasonal rhythm of development, frutification, inflorescence, seed productivity.

УДК 581.55

КЛАСС *Polygono arenastri–Poëtalia annuae*  
В ГОРОДЕ ПЕТРОПАВЛОВСКЕ-КАМЧАТСКОМ

© Л.М. Абрамова, Я.М. Голованов, Е.А. Девятова

Представлены первые результаты исследования синантропной растительности города Петропавловска-Камчатского (Камчатский край, Дальний Восток). Город расположен вдоль восточного побережья Авачинской бухты Тихого океана (координаты 53°012 с. ш., 158°392 в. д.), его протяженность составляет 25 км, он имеет ярко выраженный горный рельеф, абсолютные высоты колеблются от 0 до 380 м над уровнем моря. Район Петропавловска-Камчатского находится в восточной приморской подобласти, характеризуется морским климатом с избыточным увлажнением и активной циклонической деятельностью. Нарушение естественных местообитаний города в сочетании с активным заносом чужеродных видов с материка приводит к появлению специфических синантропных растительных сообществ, изучение которых начато в 2013 г. Классификация синантропной растительности вытаптываемых местообитаний в городе Петропавловске-Камчатском проведена методом Браун-Бланке. Продромус представлен 2 ассоциациями – *Matricario matricariooides* – *Polygonetum avicularis* T. Muller in Oberdorfer 1971 и *Poetum annuae* Gams 1927, 4 вариантами и 2 дериватными сообществами, принадлежащими к союзу *Saginion procumbentis* Tüxen et Ohba in Géhu et al. 1972, порядку *Polygono arenastri–Poëtalia annuae* R. Tx. in Géhu et al. 1972 corr. Rivas-Martínez et al. 1991 и классу *Polygono arenastri–Poëtea annuae* Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991.

Ключевые слова: Дальний Восток, Камчатка, синантропная растительность, классификация, класс *Polygono arenastri–Poëtea annuae*.

**Введение.** Эколо-флористическая классификация растительности Дальнего Востока разработана в основном для регионов Приморья и Приамурья [1–4]. Разнообразие растительного покрова полуострова Камчатка на ценотическом уровне было изучено В.Ю. Нешатаевой [5]: ею была предложена классификация естественной растительности и принципы геоботанического районирования полуострова. Растительность Камчатки отражает особые природные условия полуострова, такие как океаничность климата, выраженный горный рельеф и действие современного вулканизма. В настоящее время в связи с развитием горнодобывающей, нефтегазовой промышленности, строительством дорог происходит активная антропогенная трансформа-

ция флоры и растительности полуострова. Наиболее интенсивно этот процесс протекает в городах, где процессы урбанизации вызывают разнообразные преобразования окружающей среды: изменение температурного режима почвы и воздуха, количества осадков, загрязнение и уплотнение почвы, ее эутрофикацию. Нарушение естественных местообитаний приводит к появлению специфических растительных сообществ и изменению структуры флоры.

В связи с этим несомненный интерес вызывает развитие синантропной растительности в условиях Камчатки. С 2013 г. нами было начато изучение синантропной флоры и растительности города Петропавловска-Камчатского, краевого центра и самого большого населенного пункта Камчатки.

АБРАМОВА Лариса Михайловна – д.б.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: abramova.lm@mail.ru

ГОЛОВАНОВ Ярослав Михайлович – к.б.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: jaro1986@mail.ru

ДЕВЯТОВА Елизавета Александровна, Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга, e-mail: devyatovaea@mail.ru

Цель настоящей работы – охарактеризовать растительность вытаптываемых местообитаний города Петропавловска-Камчатского, сложенных, по преимуществу, заносными видами растений, а также местными видами, адаптированными к высоким антропогенным нагрузкам.

**Характеристика района исследований.** Петропавловск-Камчатский расположен вдоль восточного побережья Авачинской бухты Тихого океана (координаты 53°012 с. ш. 158°392 в. д.), протяженность составляет 25 км. Город имеет ярко выраженный горный рельеф, абсолютные высоты колеблются от 0 до 380 м. Район Петропавловска-Камчатского находится в восточной приморской подобласти и характеризуется морским климатом с избыточным увлажнением. Основным климатообразующим процессом является активная циклоническая деятельность, особенно в осенне-зимний период [6]. Средняя годовая температура воздуха +2.1°C. Средние суточные температуры в январе –8.7°C, в августе +14°C. Период вегетации с 22 мая по 14 октября. Среднегодовое количество осадков составляет 1300 мм, 56% приходится на холодный период. Число дней со снежным покровом в городе составляет 177 дней, средняя максимальная высота снежного покрова составляет 136 см. Город является административным, культурным и промышленным центром Камчатского края.

**Материалы и методы.** В ходе исследований 2013–2015 гг. были проведены геоботанические описания синантропных сообществ вытаптываемых местообитаний, образованных адвентивными неофитами. Всего было выполнено 39 описаний сообществ на пробных площадях 5–40 м<sup>2</sup>, размер которых зависел от величины и однородности сообщества. Обилие видов оценивалось по шкале Ж. Браун-Бланке [7]: г – количество особей единичное, покрытие незначительное; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей вида велико, но степень покрытия мала, до 5%; 2 – покрытие 5–25%; 3 – покрытие 25–50%; 4 – покрытие 50–75%; 5 – покрытие более 75%. Постоянство видов в сообществах оценивалось по пятибалльной шкале: I – 1–20%; II – 21–40%; III – 41–60%; IV – 61–80%; V – 81–100%.

Для определения растений применялись классические ботанические методы, названия приведены по С.К. Черепанову [8].

Классификация проведена методом Браун-Бланке [7]. Описания обработаны в соответствии с принципами эколого-флористической классификации с использованием deductивного метода Копечки–Гейны [9]. Геоботанические описания были внесены в базу TURBOVEG и обработаны с использованием программы Juice.

**Результаты исследований.** Растительность синантропных местообитаний, отнесенная к классу *Polygono arenastri–Poëtea annuae*, включает в себя в основном однолетнюю синантропную растительность, развивающуюся на местообитаниях, подверженных вытаптыванию, наиболее часто распространенных у человеческих поселений и в их окрестностях [10]. Сообщества класса имеют широчайшее распространение – Северная Америка, Евразия, возможно, и неотропические области южного полушария [4]. Описанные нами сообщества в рамках класса отнесены к союзу *Saginion procumbentis* Tüxen et Ohba in Géhu et al. 1972, объединяющему мезофильные виды растений, на увлажненных местообитаниях, что подчеркивает специфику природно-климатических условий исследуемой территории.

Ниже представлен продромус растительных сообществ класса *Polygono arenastri–Poëtea annuae*. Синоптическая таблица приведена в табл.

Класс *Polygono arenastri–Poëtalia annuae* Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991

Порядок *Polygono arenastri–Poëtalia annuae* R. Tx. in Géhu et al. 1972 corr.

Rivas-Martínez et al. 1991

Союз *Saginion procumbentis* Tüxen et Ohba in Géhu et al. 1972

Ассоциация *Matricario matricariooides – Polygonetum avicularis* T. Muller in Oberdorfer 1971

Вариант *typica*

Вариант *Polygonum aviculare*

Ассоциация *Poetum annuae* Gams 1927

Вариант *typica*

Вариант *Plantago major*

Дериватное сообщество *Stellaria mediae [Polygono arenastri–Poëtea annuae]*

Дериватное сообщество *Capsella bursa-pastoris [Polygono arenastri–Poëtea annuae]*

**Кроме того, встречены:** *Spergula arvensis* 1 (I), *Arctium tomentosum* 5 (I), *Impatiens glandulifera* 5 (II), *Symphytum caucasicum* 5 (I), *Impatiens noli-tangere* 5 (II), *Ranunculus sceleratus* 5 (I), *Poa angustifolia* 5 (I), *Lupinus polyphyllus* 5 (I), *Poa palustris* 1 (I), *Oberna behen* 4 (I), *Fimbrripetalum radians* 3 (I), *Agrostis tenuis* 5 (I), *Persicaria scabra* 5 (I), *Poa trivialis* 5 (I), *Sonchus arvensis* 5 (I), *Festuca pratensis* 2 (I), *Spergularia rubra* 1 (I), *Anthriscus sylvestris* 4 (I), *Filaginella uliginosa* 3 (I), *Lactuca sibirica* 4 (I), *Rumex acetosella* 6 (I), *Impatiens glandulifera* 6 (I), *Brassica campestris* 6 (I).

Ассоциация *Matricario matricariooides – Polygonetum avicularis*

Д.в. ассоциации: *Lepidotheca suaveolens* (доминант, содоминант), *Polygonum aviculare* (доминант, содоминант).

Для сообществ данной ассоциации характерно высокое постоянство *Lepidotheca suaveolens*. Разнообразие сообществ в пределах ассоциации выражено в двух вариантах (*typica* и *Polygonum aviculare*). Для варианта *typica* характерно доминирование *Lepidotheca suaveolens* на фоне низкого обилия *Polygonum aviculare*, а для варианта *Polygonum aviculare* характерна обратная ситуация.

В составе сообществ с высоким постоянством встречаются виды класса *Polygono-Poetea*, устойчивые к механическим нагрузкам (*Plantago major*; *Lepidotheca suaveolens*, *Poa annua*), и виды с розеточными побегами: *Capsella bursa-pastoris* (класс *Stellarietea*

*mediae*) и *Taraxacum officinale* (класс *Molinio-Arrhenatheretea*). Часто в составе сообщества произрастают виды классов *Galio-Urticetea* (*Rumex longifolius*, *Artemisia opulenta*, *Elytrigia repens*) и *Molinio-Arrhenatheretea* (*Hordeum brachyantherum*, *Amoria repens*, *Phleum pratense*). Сообщества ассоциации имеют одноярусную структуру и сложены в основном низкорослыми, устойчивыми к вытаптывианию видами: *Polygonum aviculare*, *Plantago major* и др.

Вариант *typica*

Д.в. ассоциации = д.в. варианта.

Видовое богатство 7–13 видов, в среднем 9 видов. Сообщества сложены низкорослыми растениями и имеют одноярусную структуру высотой до 20 см. Проективное покрытие варьирует в зависимости от интенсивности воздействия и составляет от 50–60% (на пустырях, стоянках) до 90% (на вытаптываемых газонах). Сообщества встречаются на хорошо освещенных, открытых местообитаниях с переуплотнением субстрата: во дворах, на детских и спортивных площадках, вытаптываемых газонах и пустырях.

Вариант *Polygonum aviculare*

Д.в. варианта: *Polygonum aviculare*.

Видовое богатство 7–15 видов, среднее – 10 видов. Структура сообществ одноярусная, ОПП составляет от 70 до 100%. Встречаются сообщества на хорошо освещенных, богатых, открытых местообитаниях: во дворах, на детских и спортивных площадках, газонах, тропинках, обочинах дорог.

Ассоциация *Poetum annuae*

Д.в. ассоциации: *Poa annua* (доминант), *Plantago major*.

Облик сообществ ассоциации определяется доминированием гемикосмополитного вида *Poa annua*. Помимо видов класса *Polygono-Poetea* с высоким постоянством встречаются многие виды класса *Molinio-Arrhenatheretea* (*Taraxacum officinale*, *Amoria repens*), определяя переходный характер ассоциации к низкотравным лугам союза *Cynosurion* R. Tx. 1947. Сообщества характеризуются одноярусной структурой и высотой до 30 см.

Таблица

Синоптическая таблица ассоциаций класса *Polygono arenastri – Poëtea annuae*

Синтаксон	Acc. <i>Matricario matricarioides-Polygonetum avicularis</i>		Acc. <i>Poetum annuae</i>		Дериватное сообщество <i>Stellaria mediae [Polygono arenastri-Poëtea annuae]</i>	Дериватное сообщество <i>Capsella bursa-pastoris [Polygono arenastri-Poëtea annuae]</i>
	Вариант <i>typica</i>	Вариант <i>Polygonum aviculare</i>	Вариант <i>typica</i>	Вариант <i>Plantago major</i>		
Число описаний	8	6	6	7		
Среднее число видов	9	10	9	9	13	11
Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6
Д.в. acc. <i>Matricario matricarioides – Polygonetum avicularis</i>						
<i>Lepidotheca suaveolens</i>	V <sup>2-3</sup>	V	IV	V	IV	IV
<i>Polygonum aviculare</i>	V	V <sup>3-4</sup>	III	II	IV	II
Д.в. acc. <i>Poetum annuae</i>						
<i>Poa annua</i>	II	III	V <sup>3</sup>	V	IV	III
<i>Plantago major</i>	V	V	V	V <sup>3-5</sup>	V	V
Д.в. дериватного сообщества <i>Stellaria mediae [Polygono arenastri-Poëtea annuae]</i>						
<i>Stellaria media</i>	I	.	III	.	V <sup>3-4</sup>	II
Д.в. дериватного сообщества <i>Capsella bursa-pastoris [Polygono arenastri-Poëtea annuae]</i>						
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	IV	V	I	V	IV	V <sup>3-4</sup>
Д.в. класса <i>Stellarietea mediae</i>						
<i>Galeopsis bifida</i>	I	II	.	.	II	I
Д.в. класса <i>Galio-Urticetea</i>						
<i>Rumex longifolius</i>	III	V	III	I	V	V
<i>Artemisia opulenta</i>	II	I	II	III	I	IV
<i>Elytrigia repens</i>	I	III	II	III	III	III
<i>Cirsium setosum</i>	.	II	.	I	I	III
<i>Geum aleppicum</i>	.	I	I	.	I	.
<i>Geum macrophyllum</i>	.	.	.	I	II	.
<i>Heracleum lanatum</i>	.	.	I	.	.	I
Д.в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>						
<i>Taraxacum officinale</i>	V	IV	IV	V	V	IV
<i>Hordeum brachyantherum</i>	II	IV	II	III	I	II
<i>Amoria repens</i>	II	I	IV	II	II	III
<i>Phleum pratense</i>	II	III	I	III	I	III
<i>Leontodon autumnalis</i>	II	I	III	I	I	.
<i>Trifolium pratense</i>	II	.	I	I	I	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	I	I	I	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	II	I	I	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	I	I	.	I	.
<i>Poa pratensis</i>	I	.	I	.	I	I
<i>Vicia cracca</i>	I	.	.	I	.	.
<i>Agrostis gigantea</i>	I	.	.	I	.	.
<i>Carum carvi</i>	I	.	.	I	.	.
Прочие виды						
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	I	.	.	.	I	.
<i>Barbarea orthoceras</i>	I	I	.	.	.	.

**Вариант *typica***

Д.в. ассоциации = д.в. варианта.

Сообщества ассоциации характеризуются доминированием *Poa annua* на богатых субстратах с достаточным постоянным увлажнением и менее интенсивным вытаптыванием. Видовое богатство – 5–13 видов. Структура сообществ одноярусная. ОПП – 90–100%. Встречаются сообщества в основном на косимых газонах.

**Вариант *Plantago major***

Д.в. варианта: *Plantago major*.

Доминирующим видом в сообществах ассоциации является *Plantago major*. В составе сообщества с высоким постоянством встречаются устойчивые к механическим нагрузкам виды класса *Polygono-Poetea* (*Polygonum aviculare*, *Lepidotheca suaveolens*), а также *Capsella bursa-pastoris* и *Taraxacum officinale*. Видовое богатство 5–13 видов. ОПП – 70–100%. Сообщества развиваются в условиях достаточного постоянного увлажнения и вытаптывания на территориях детских и спортивных площадок, обочинах дорог.

**Дериватное сообщество *Stellaria mediae*  
[*Polygono arenastri-Poëtea annuae*]**

Д.в.: *Stellaria media* (доминант).

Доминирующим видом сообщества является *Stellaria media*, адвентивный вид с голарктическим ареалом. Характерной особенностью описанных сообществ является высокое постоянство видов класса *Polygono arenastri-Poëtea annuae* (*Polygonum aviculare*, *Lepidotheca suaveolens*, *Plantago major*; *Poa annua*). Видовое богатство составляет от 9 до 17 видов. Структура одноярусная с высотой травостоя до 30 см, ОПП составляет 75–100%. Сообщества ассоциации приурочены к затененным местообитаниям с достаточным увлажнением и менее интенсивными механическими нагрузками.

**Дериватное сообщество *Capsella bursa-pastoris* [*Polygono arenastri-Poëtea annuae*]**

Д.в.: *Capsella bursa-pastoris* (доминант).

Внешний вид сообщества определяется доминированием гемикосмополитного адвен-

тивного вида *Capsella bursa-pastoris*. В описанном сообществе с высоким постоянством встречаются виды классов *Polygono arenastri-Poëtea annuae* (*Lepidotheca suaveolens*, *Plantago major*) и *Galio-Urticetea* (*Rumex longifolius*, *Artemisia opulenta*). Видовое богатство 11–12 видов. Структура сообществ одноярусная, высота до 30 см. ОПП составляет 50–100%. Сообщества приурочены к периодически вытаптываемым или нарушаляемым местообитаниям с достаточно постоянным увлажнением (газонам, обочинам дорог, пустырям).

Таким образом, на территории г. Петропавловск-Камчатский в рамках класса *Polygono arenastri-Poëtea annuae* выявлены и описаны 2 ассоциации и 4 варианта, принадлежащих к 1 союзу и 1 порядку, и 2 дериватных сообщества. Это первый опыт классификации синантропной растительности Камчатского края, работы в этой области будут продолжены.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ахтямов М.Х. Синтаксономия растительности поймы реки Амур: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Владивосток, 2000. 42 с.
2. Синельникова Н.В. Эколо-флористическая классификация растительных сообществ верховий Колымы. Магадан, 2009. 214 с.
3. Крестов П.В. Растительный покров и фитогеографические линии северной Пацифики: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Владивосток, 2006. 42 с.
4. Ишбирдин А.Р. Эколо-географические закономерности формирования синантропных флор и растительности селитебных территорий России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2001. 342 с.
5. Нешатаева В.Ю. Растительность полуострова Камчатка. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 537 с.
6. Кондратюк В.И. Климат Петропавловска-Камчатского. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 167 с.
7. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien-New York: Springer Verlag, 1964. 865 s.
8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 992 с.
9. Kopecky K. A new approach to the classification of antropogenic plant communities // Vegetatio. 1974. Vol. 29. P. 17–20.

10. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан). IV. Синантропная растительность (классы *Polygono arenastri–Poëtea annuae*, *Galio–Urticetea*, *Robinietea*) // Растительность России. 2013. № 22. С. 11–20.

## References

1. Akhtyamov M.Kh. Syntaxonomy of vegetation in the floodplain of the Amur River: Dr. Sci. Thesis in Biology. Vladivostok, 2000. 42 p.
2. Sinelnikova N.V. Eco-floral classification of plant communities in the upper reaches of the Kolyma River. Magadan, 2009. 214 p.
3. Krestov P.V. Vegetation cover and phytogeographical lines of the northern Pacific region. Dr. Sci. Thesis in Biology. Vladivostok, 2006. 42 p.
4. Ishbirdin A.R. Eco-geographical regularities in the formation of synanthropic floras and vegetation over the populated areas of Russia. PhD Thesis in Biology. Moscow, 2001. 342 p.
5. Neshataeva V.Yu. Vegetation of the Kamchatka Peninsula. V.T. Yarmishko (ed.). Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2009. 537 p.
6. Kondratyuk V.I. The climate of Petropavlovsk-Kamchatsky. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1983. 167 p.
7. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Grundzuge der Vegetationskunde. Aufl. Wien-New-York: Springer Verlag, 1964. 865 s.
8. Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (within the former USSR). St. Petersburg, 1995. 992 p.
9. Kopecký K., Hejny S. A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. *Vegetatio*, 1974, vol. 29, pp. 17–20.
10. Golovanov Ya.M., Abramova L.M. Vegetation of the town of Salavat (Republic of Bashkortostan). IV. Synanthropic vegetation (classes *Polygono arenastri–Poëtea annuae*, *Galio–Urticetea*, *Robinietea*). *Rastitelnost Rossii*, 2013, no. 22, pp. 11–20.

---

## THE CLASS *Polygono arenastri–Poëtalia annuae* IN PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY

© L.M. Abramova<sup>1</sup>, Ya.M. Golovanov<sup>1</sup>, E.A. Devyatova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, RAS,  
195, ulitsa Mendeleeva, 450080, Ufa, Russian Federation

<sup>2</sup>Vitus Bering Kamchatka State University,  
4, ulitsa Pogranichnaya, 683032, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation

This paper presents the first research results on synanthropic vegetation of the town of Petropavlovsk-Kamchatsky (Kamchatka Krai, the Far East). The town is located along the east coast of the Avacha Bay of the Pacific Ocean (coordinates 53°01'2 NL, 158°39'2 EL) stretching for 25 km. It has a pronounced mountainous relief, with its absolute heights varying between 0 and 380 m above sea level. Petropavlovsk-Kamchatsky lies in the eastern seaside subzone and is characterized by marine climate with precipitation excess and an intense cyclone activity. Disturbances in the natural ecosystems of the town combined with active invasion of alien species from the continent leads to the advent of specific synanthropic communities begun to be studied in 2013. Classification of synanthropic vegetation growing on trampled areas in the town of Petropavlovsk-Kamchatsky was carried out according to the Braun-Blanquet method. The list of syntaxa (prodromus) includes two associations (*Matricario matricarioides – Polygonetum avicularis* T. Muller in Oberdorfer 1971 and *Poëtum annuae* Gams 1927), four variants and two derivative communities belonging to the alliance *Saginion procumbentis* Tüxen et Ohba in Géhu et al. 1972, the order *Polygono arenastri–Poëtalia annuae* R. Tx. in Géhu et al. 1972 corr. Rivas-Martínez et al. 1991 and the class *Polygonoarenastri–Poëtea annuae* Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez.

Key words: Far East, Kamchatka, synanthropic vegetation, classification, class *Polygono arenastri–Poëtea annuae*.

**НЕКОТОРЫЕ МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ РАСТЕНИЯ  
СЕМЕЙСТВА *Convallariaceae* Horan. В ТЕНЕВОМ САДУ**

© О.А. Каримова, О.Ю. Жигунов

Представлены результаты интродукционного изучения шести малораспространенных растений из семейства *Convallariaceae*: *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Polygonatum humile* Fisch. ex Maxim, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Polygonatum falcatum* A. Gray f. variegatum, *Smilacina stellata* (L.) Desf., *Disporum smilacinum* A. Gray. Они относятся к группе тенелюбивых растений. Изучены особенности сезонного ритма развития, морфометрические параметры и успешность видов в условиях культуры. Виды рода *Polygonatum* являются длительновегетирующими весенне-летне-осеннезелеными растениями с периодом зимнего покоя, *Smilacina stellata*, *Disporum smilacinum* – коротковегетирующие весенне-летнезеленые растения с периодом осенне-зимнего покоя. Все изученные виды – с весенним сроком пробуждения, средне-длительноцветущие со средневесенным периодом цветения. Наиболее мощным по габитусу является *Polygonatum multiflorum* – высота генеративного побега 86.4 см, также у него наибольшее количество цветков на один побег (31.6 шт.), самый низкорослый – *Polygonatum humile* (13.5 см). Коэффициент вариации признаков у изученных видов обладает нормальной степенью варьирования. Изученные виды перспективны для интродукции в условиях Башкирского Предуралья. Они могут быть рекомендованы к широкому использованию в фитодизайне теневых местообитаний.

**Ключевые слова:** семейство *Convallariaceae*, интродукция, морфометрические параметры, сезонный ритм развития, успешность интродукции.

Свет является важнейшим фактором, отвечающим за рост и развитие большинства растений. По отношению к свету культивируемые растения подразделяются на три основные категории – светолюбивые, полутеневыносливые и тенелюбивые. К тенелюбивым видам относятся растения, которые не выдерживают прямые солнечные лучи и не способны расти на ярко освещенных местах. Ассортимент растений для теневого сада на Южном Урале был недостаточно разработан, что сдерживает развитие этой очень модной и перспективной формы фитодизайна. В этой связи актуальны исследования по привлечению видового состава растений, пригодных для произрастания в теневых условиях и изучение их биологии и устойчивости в культуре [1]. Наши исследования

посвящены изучению шести малораспространенных теневых растений из семейства *Convallariaceae*: *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Polygonatum humile* Fisch. ex Maxim, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Polygonatum falcatum* A. Gray f. variegatum, *Smilacina stellata* (L.) Desf., *Disporum smilacinum* A. Gray [2], по которым интродукционные работы до сих пор не проводились. Эти виды в регионе Южного Урала в озеленении садов и парков практически не встречаются. Это определяет актуальность проблемы изучения данных видов, которая может быть решена методами интродукции.

Целью исследования являлось изучение сезонного ритма развития растений, морфометрических параметров и выявление успешности видов в культуре.

КАРИМОВА Ольга Александровна – к.б.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: karimova07@yandex.ru

ЖИГУНОВ Олег Юрьевич – к.б.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: zhigunov2007@yandex.ru

Интродукционное изучение шести тенелюбивых видов проводили на коллекционном участке «Теневой сад» Ботанического сада института УНЦ РАН [3].

**Объекты исследования.** *Polygonatum multiflorum* (купена многоцветковая) многолетнее травянистое растение 30–60 см высотой. Стебель круглый, голый. Листья продолговатые или эллиптические, у основания немного суженные, голые, с короткими черешками, 10–11 см длиной и 4–4.5 см шириной или же нижние листья 14–15 см длиной, сверху зеленые, снизу серовато-зеленоватые. Цветоножки выходят из пазух листьев, с 3–5 цветками, голые. Цветет в мае–июне. Плод – сине-черная ягода. Распространение – Европа, Азия (Турция, Непал), Европейская часть России, Кавказ (Предкавказье), Белоруссия, Украина.

*Polygonatum humile* (купена приземистая, или купена низкая) – многолетнее травянистое растение высотой 12–30 см, образующее плотные низкие куртины. Корневище 2–3 мм толщиной, беловатое, шнуровидное. Стебель прямой, ребристый, почти голый. Листья очередные, эллиптические или продолговато-ланцетные, длиной 3–8 см, шириной около 4.5 см, сидячие, полустеблеобъемлющие, заостренные, с обеих сторон зеленые, верхняя сторона блестящая, гладкая, с нижней стороны по жилкам покрыта волосками. Цветоносы голые, дугообразно изогнутые, несущие по одному цветку, выходят из пазух средних листьев. Цветки поникшие, в небольшом числе. Околоцветник колокольчатый, белый, с зеленоватыми зубцами, длиной 15–18 мм, шириной около 4.5 мм. Плод – сизовато-черная ягода. Цветет в конце мая–июне. Растение ядовито. Произрастает в сосновых и березовых лесах, изредка в лесостепи в Западной Сибири, за пределами нашей страны – в Китае, Японии.

*Polygonatum odoratum* (купена душистая) – многолетнее травянистое растение с толстым горизонтальным корневищем. Высота растения 30–80 см. Стебель прямостоячий, в верхней части несколько дуговидный, гра-

нистый (угловатый), голый. Листья сизовато-зеленые, не опущенные, продолговато-эллиптические, очередные, цельнокрайние, с дугонервным жилкованием, стеблеобъемлющие, обращенные к одной стороне стебля. Цветки по одному, реже по два на поникающих цветоножках, выходящих из пазух листьев. Околоцветник правильный, сростнолистный, трубчатый, белый, с шестью зубчиками. Цветет в мае, цветки имеют запах горького миндаля и очень богаты нектаром. Плод – сине-черная ягода, 5–7 мм в диаметре. Произрастает во всех районах Восточной Сибири, а также на Дальнем Востоке, в европейской части России и на Кавказе. Растение ядовитое.

*Polygonatum falcatum* f. *variegatum* (купена серповидная ф. пестролистная) – многолетнее травянистое растение высотой 40–60 см. Корневище четковидное, утолщенное. Стебель цилиндрический, наклоненный. Листья очередные, ланцетные или продолговато-ланцетные, 8–13 см длиной и 1.8–2.5 см шириной, серповидно изогнутые, у основания суженные, к верхушке вытянутые; нижняя поверхность листа с опушением, верхняя гладкая. У пестролистной формы края листьев кремово-белые, стебли с розовым оттенком. Цветоножки голые. Цветков 1–6 шт. Прицветников нет. Околоцветник 1.7–2.4 см длиной, зеленовато-белый, трубчатый, обычно суженный в основании, с зеленоватыми, опущенными отогнутыми зубцами. Ягода черная. Цветет в конце весны–начале лета. Вид произрастает на холмах и в низкогорьях в теплоумеренной и субтропической зонах Японии и п-ова Корея.

*Smilacina stellata* (смилацина звездчатая) – многолетнее растение с ползучим корневищем до 40 см высотой. Корневище толстое, мясистое. Стебель довольно толстый, голый, прямостоячий, зигзагообразный или прямой, 20–80 см высотой. Листья ланцетные или продолговато-ланцетные, 5–13 см длиной и 1–3 см шириной, сидячие, немного стеблеобъемлющие, снизу сизоватые, бархатисто-короткоопущенные. Кисть 2.5–5 см длиной. Листочки околоцветника продолговатые, тупые, 0.4–0.6 см длиной. Тычинки короче околоцветни-

ка. Имеет желтовато-белые большие соцветия в мягких ветках от 3 до 15 цветков в каждом. Плод – ягода, с 6 черными жилками или черная, 0.6–1 см в диаметре. Цветет в начале лета. Растет на влажных почвах в умеренных зонах Канады, США и северо-запада Европы.

*Disporum smilacinum* (диспорум смилациновый) – многолетнее растение 15–40 см высотой. Образует густые куртины. Листья продолговатые, до эллиптически-яйцевидных, круто заостренные, почти сидячие, 4–7 см длиной и 1.5–2.5 см шириной, с гладкими краями. Цветков 1–2 шт., белые, чашевидно раскрытые. Листочки околоцветника заостренные, 1.5–1.8 см длиной. Ягода сочная, шаровидная, черная, около 0.7 см в диаметре. Цветет во второй половине весны. Встречается в лесах умеренной зоны Дальнего Востока, Японии и Кореи [4].

Основные климатические характеристики района, где проводились исследования, следующие: среднегодовая температура воз-

духа равна +2.6°C, среднемесячная температура воздуха зимних месяцев колеблется в пределах от –12 до –16.6°C, абсолютный минимум был отмечен в –42°C. Среднемесячная температура воздуха летних месяцев колеблется от +17.1 до +19.4°C, абсолютный максимум +37°C, среднемесячное количество осадков в летние месяцы колеблется в пределах от 54 до 69 мм, среднегодовое количество осадков равно 580 мм, безморозный период продолжается в среднем 144 дня. Преобладающие типы почв г. Уфы – серые и темно-серые лесные [5].

При изучении сезонного ритма развития использовали рекомендации И.Н. Бейдеман [6]. При анализе количественных показателей использовали стандартные процедуры: средние арифметические  $M$ , ошибки средней арифметической  $m$ , коэффициент вариации  $C_V$  (%). [7].

Успешность интродукции того или иного вида зависит во многом от ритмики сезонного развития, возможности изменения фе-

Таблица 1

*Среднемноголетние данные фенологических наблюдений за сезонным развитием изученных представителей семейства Convallariaceae*

Таксон	Годы	Весеннее отрастание	Начало бутонизации	Начало цветения	Конец цветения
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2013	22.04	03.05	17.05	08.06
	2014	30.04	09.05	22.05	08.06
	2015	29.04	09.05	24.05	03.06
	сред.	07.05	07.05	21.05	06.06
<i>Polygonatum humile</i>	2013	24.04	05.05	27.05	15.06
	2014	30.04	11.05	19.05	08.06
	2015	01.05	10.05	20.05	12.06
	сред.	28.04	09.05	22.05	12.06
<i>Polygonatum odoratum</i>	2013	22.04	01.05	21.05	05.06
	2014	28.04	09.05	20.05	08.06
	2015	29.04	08.05	26.05	07.06
	сред.	06.05	06.05	22.05	07.06
<i>Polygonatum falcatum f. variegatum</i>	2013	22.04	03.05	24.05	15.06
	2014	01.05	11.05	19.05	11.06
	2015	30.04	09.05	25.05	15.06
	сред.	28.04	07.05	23.05	14.06
<i>Smilacina stellata</i>	2013	30.04	15.05	22.05	01.06
	2014	05.05	17.05	25.05	01.06
	2015	03.05	17.05	24.05	03.06
	сред.	03.05	16.05	24.05	02.06
<i>Disporum smilacinum</i>	2013	25.04	12.05	15.05	22.05
	2014	10.05	20.05	25.05	03.06
	2015	08.05	19.05	23.05	01.06
	сред.	04.05	17.05	21.05	29.05

норита в новых условиях существования. Феноритмы подчинены климатическому ритму и колеблются в зависимости от температурных показателей каждого конкретного года. Поэтому существенным показателем успешности интродукции является оценка прохождения интродуцентами фенологических фаз.

В табл. 1 приведены фенологические даты включенных в исследования интродуцированных видов (2013–2015 гг.). Ниже приводится описание прохождения редкими растениями фенологических фаз с использованием ритмологических групп [8].

*Polygonatum multiflorum*, *Polygonatum humile*, *Polygonatum odoratum*, *Polygonatum falcatum f. variegatum* являются длительновегетирующими весенне-летне-осеннезелеными растениями с периодом зимнего покоя, весенним сроком пробуждения и среднедлительноцветущими видами со средневесенним периодом цветения. Длительность вегетационного периода в среднем 6 месяцев. Вегетация начинается в конце апреля–начале мая и заканчивается с установлением снежного покрова. Наступление фазы бутонизации наблюдается в начале мая. По срокам цветения эти виды относятся к поздневесенним. Цветение непродолжительное, длится в среднем 16–20 дней. Фаза цветения начинается в третьей декаде мая.

*Smilacina stellata*, *Disporum smilacinum* являются коротковегетирующими весенне-летнезелеными растениями с периодом осенне-зимнего покоя, весенним сроком пробуждения и среднедлительноцветущими видами со средневесенним периодом цветения. Длительность вегетационного периода в среднем составляет 4–4.5 месяца. Вегетационный период начинается в начале мая и заканчивается в конце июля. Начало фазы бутонизации отмечается во второй декаде мая. Продолжительность цветения 7–8 дней, начинается в третьей декаде мая.

Весна 2013 г. отличалась более ранней вегетацией, которая началась в конце апреля. Наблюдалось также более раннее наступление фазы бутонизации и цветения.

В табл. 2 приведены результаты морфометрических измерений изученных видов.

Из таблицы видно, что наиболее мощным по габитусу является *Polygonatum multiflorum* – высота генеративного побега (86.4 см), также у него наибольшее количество цветков на один побег (31.6 шт.), самый низкорослый – *Polygonatum humile* (13.5 см). Исследования показали, что по шкале степени варьирования коэффициента вариации [7] у изученных видов все признаки обладают нормальной степенью варьирования. Наибольшей изменчивостью обладает количество цветков на один побег, наименьшей – количество листьев, длина листа, ширина листа.

Оценка интродуцируемых растений по состоянию их биологической устойчивости необходима для анализа и обобщения интродукционного эксперимента, сопоставления результатов эффективности интродукции растений из разных агроклиматических условий.

В результате обобщения многолетних наблюдений за ростом и развитием редких и исчезающих растений была оценена успешность интродукции данных видов (табл. 3). В основу оценки положены предложенные Р.А. Карпинской [9] и дополненные Л.И. Томиловой [10] шкалы, включающие данные о состоянии растений по семи признакам, оцениваемым по трехбалльной системе: интенсивность плодоношения, всхожесть семян, семенное и вегетативное размножение, габитус в культуре, повреждаемость болезнями и вредителями, переживание неблагоприятных сезонов. Баллом 1 оценивалось наихудшее состояние по данному признаку, баллом 3 – наилучшее. Суммарная оценка вида по перечисленным показателям позволяет отнести его по успешности интродукции и перспективности в культуре у одной из трех групп: малоперспективные (МП – 10–13 баллов), перспективные (П – 14–17 баллов), очень перспективные (ОП – 18–21 балл).

Все изученные виды – перспективные для культуры и размножения в ботанических садах, их можно рекомендовать для широкого размножения с целью внедрения в практику. Культивирование этой группы видов будет способствовать изучению биологии и предотвращению истощения запасов видов в природе.

Таблица 2

Морфометрические параметры изученных представителей семейства Convallariaceae

Параметры	<i>Polygonatum multiflorum</i>	<i>Polygonatum humile</i>	<i>Polygonatum odoratum</i>	<i>Polygonatum falcatum f. variegatum</i>	<i>Polygonatum falcatum</i>	<i>Smilacina stellata</i>	<i>Disporum smilacinum</i>	
	M±m	C <sub>v</sub> , %	M±m	C <sub>v</sub> , %	M±m	C <sub>v</sub> , %	M±m	C <sub>v</sub> , %
Высота генеративного побега, см	86.4±1.81	5.5 0.32	13.5±0.32	6.2 0.75	42.1±0.75	4.7 0.62	43.4±0.4±	3.8 0.84
Толщина побега, мм	0.6±0.04	15.2 0.02	0.2±0.02	21.3 0.02	22.0 0.03	0.4±0.03	17.6 0.02	0.5±0.02
Количество листьев, шт.	17.1±0.55	8.5 0.26	8.1±0.26	8.5 0.26	11.9±0.26	5.8 0.26	11.1±0.26	6.2 0.26
Длина листа, см	11.0±0.29	7.1 0.18	4.6±0.18	10.2 0.20	10.0±0.20	5.2 0.22	8.4±0.22	7.0 0.18
Ширина листа, см	4.6±0.16	9.2 0.11	2.8±0.11	10.3 0.04	3.1±0.04	3.6 0.10	3.9±0.10	6.8 0.11
Количество цветков на один побег, см	31.6±2.79	23.4 0.18	1.7±0.18	28.5 0.63	21.9±0.63	7.7 0.37	3.6±0.37	27.3 0.46
Длина цветка, см	2.1±0.03	3.6 0.04	1.0±0.04	9.8 0.04	1.1±0.04	8.4 0.03	1.4±0.03	5.5 0.03
Ширина цветка, см	0.7±0.03	9.7 0.02	0.4±0.02	13.1 0.02	0.5±0.02	11.5 0.03	0.4±0.03	16.7 0.03
Диаметр цветка, см	1.4±0.03	23.4 0.03	0.8±0.03	9.8 0.04	1.3±0.04	8.1 0.03	0.6±0.03	12.0 0.03
						1.3±0.03	5.7 0.03	2.0±0.05
								6.2 0.05

Таблица 3

## Оценка успешности и перспективности интродукции изученных видов

Виды	Интенсивность плодоношения	Всходжестъ семян	Семенное размножение	Вегетативное размножение	Габитус культуры	Повреждаемость болезнями и вредителями	Зимостойкость	Сумма баллов	Перспективность в культуре
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2	2	1	3	3	3	3	17	П
<i>Polygonatum humile</i>	1	1	1	3	3	3	3	15	П
<i>Polygonatum odoratum</i>	2	2	1	3	3	3	3	17	П
<i>Polygonatum falcatum f. variegatum</i>	1	1	1	3	3	3	3	15	П
<i>Smilacina stellata</i>	1	1	1	3	3	3	3	15	П
<i>Disporum smilacinum</i>	1	1	1	3	3	3	3	15	П

Примечание. П – перспективные.

Изученные теневые растения хорошо развиваются на рыхлых, достаточно питательных почвах. Хорошей добавкой к грунту будет лиственный перегной. Предпочитают влажный воздух, плохо выносят яркое освещение. Несмотря на влаголюбие, хуже растут на переувлажненных и замокающих местах. Подходят для посадок крупными массивами, могут создать неприхотливый, долговечный и декоративный покров под крупными деревьями и кустарниками.

Таким образом, *Polygonatum multiflorum*, *Polygonatum humile*, *Polygonatum odoratum*, *Polygonatum falcatum f. variegatum* являются длительновегетирующими весенне-летне-осеннеzelеными растениями с периодом зимнего покоя, *Smilacina stellata*, *Disporum smilacinum* – коротковегетирующие весенне-летнезеленые растения с периодом осенне-зимнего покоя. Все описанные виды успешно прошли интродукционные испытания в условиях Башкирского Предуралья, проходят все стадии жизненного цикла. Ежегодно цветут все виды, *Smilacina stellata*, *Disporum smilacinum* *Polygonatum humile* *Polygonatum falcatum f. variegatum* плодоносят не ежегодно. Благодаря высокой декоративности, а также несложности выращивания могут быть рекомендованы к широкому использованию в фитодизайне теневых местообитаний. При

этом в озеленение могут быть вовлечены участки садов и парков, озеленить которые ранее не представлялось возможным – это затененные в разной степени территории под пологом деревьев, теневые стороны зданий и прочие теневые местообитания.

## ЛИТЕРАТУРА

- Карпинская Р.А. Сад в тени. М.: Культура и традиции, 1999. С. 99–100.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
- Каталог растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН / под ред. В.П. Путенихина. Уфа: Гилем, 2012. 224 с.
- Декоративные травянистые растения для открытого грунта. Т. 2 / отв. ред. Н.А. Аврорин. Л.: Наука, 1977. 459 с.
- Кадильников Е.В. Записки Башкирского филиала Географического общества СССР. Уфа, 1960. С. 61–71.
- Байдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 154 с.
- Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
- Трулевич Н.В. Эколо-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 216 с.
- Карпинская Р.А. Редкие виды травянистых растений широколиственных лесов СССР в Главном ботаническом саду // Бюл. ГБС АН СССР. 1979. Вып. 112. С. 54–59.

10. Томилова Л.И. Эндемики флоры Урала в Ботаническом саду в Свердловске // Бюл. ГБС. 1982. Вып. 126. С. 25–31.

### References

1. Karpisonova R.A. Shady garden. Moscow, Kultura i traditsii, 1999, pp. 99–100.
2. Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (within the former USSR). St. Petersburg, Mir i semya, 1995. 992 p.
3. Putenikhin V.P., Abramova L.M., Vafin R.V., Zhigunov A.Yu., Mironova L.M., Polyakova N.V., Suleynmanova Z.N., Shigapov Z.Kh. Catalogue of plants in the Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, Russian Academy of Sciences. Second edition, revised and supplemented. Ufa, AN RB, 2012. 224 p.
4. Outdoor herbaceous ornamentals. Vol. 2. N.A. Avrorin (ed.). Leningrad, Nauka, 1977. 459 p.
5. Kadilnikov E.V. Climate in the vicinities of Ufa. Zapiski Bashkirskogo filial geograficheskogo obshchestva SSSR. Ufa, 1960, pp. 61–71.
6. Beydeman I.N. Methods of studying phenology of plants and plant communities. Novosibirsk, Nauka, 1974. 154 p.
7. Zaytsev G.N. Mathematical analysis of biological data. Moscow, Nauka, 1991. 184 p.
8. Trulevich N.V. Eco-phytocoenotic basics of plant introduction. Moscow, Nauka, 1991. 216 p.
9. Karpisonova R.A. Rare herbaceous species of broadleaf forests of the USSR in the Main Botanical Garden. Byulleten Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR, 1979, no. 112, pp. 54–59.
10. Tomilova L.I. Endemics of the Ural flora in the Botanical Garden of Sverdlovsk. Byulleten Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR, 1982, no. 126, pp. 25–31.
7. Zaytsev G.N. Matematicheskiy analiz biologicheskikh dannykh [Mathematical analysis of biological data]. Moscow, Nauka, 1991. 184 p. (In Russian).
8. Trulevich N.V. Ekologo-fitotsenoticheskie osnovy introduktsii rasteniy [Ecologo-phytocoenotical bases of introduction plants]. Moscow, Nauka, 1991. 216 p. (In Russian).
9. Karpisonova R.A. Redkie vidy travyanistykh rasteniy shirokolistvennykh lesov SSSR v Glavnom botanicheskem sadu [Rare species of herbaceous plants in the deciduous forests of the USSR Main Botanical Garden]. Byulleten' GBS AN SSSR – Bulletin of Main Botanical Garden of USSR Academy of Sciences. 1979. vol. 112. pp. 54–59. (In Russian).
10. Tomilova L.I. Endemiki flory Urala v Botanicheskem sadu v Sverdlovske [Endemic flora of Ural in the Sverdlovsk Botanical Garden]. Byulleten' GBS – Bulletin of Main Botanical Garden. 1982. vol. 126. pp. 25–31. (In Russian).

---

## SOME RARE ORNAMENTALS OF THE FAMILY *Convallariaceae* Horan. IN SHADY GARDENS

© O.A. Karimova, O.Yu. Zhigunov

Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, RAS,  
195/3, ulitsa Mendeleeva, 450080, Ufa, Russian Federation

The paper presents the investigation results on introducing six rare plants from the family *Convallariaceae*. These are *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Polygonatum humile* Fisch. ex Maxim, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Polygonatum falcatum* A. Gray f. variegatum, *Smilacina stellata* (L.) Desf., and *Disporum smilacinum* A. Gray. They fall into the category of shade-loving plants. Consideration is given to the features of their seasonal rhythm of development, morphometric parameters and degrees of the species success under cultivation conditions. The species of the genus *Polygonatum* are long-term vegetative spring-summer-autumn green plants with a period of winter dormancy, whereas *Smilacina stellata*, *Disporum smilacinum* are short-term vegetative spring-summer green plants with a period of autumn-winter dormancy. All species have spring awakening and middle to long periods of bloom in mid-spring. The species *Polygonatum multiflorum* is the most robust in habit, with its generative sprout 86.4 cm high. Also, it has the greatest number of flowers per sprout (31.6). The shortest species is *Polygonatum humile* (13.5 cm). The coefficient of variation in these species is at a common rate. The species are promising for introduction under the conditions of the Bashkir Cis-Urals and can be recommended for shady places.

Key words: family *Convallariaceae*, introduction, morphometric parameters, seasonal rhythm of development, success of introduction.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ И ОХРАНА РЕДКОГО ВИДА *Allium nutans* L. В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

© А.А. Мулдашев, Н.В. Маслова, О.А. Елизарьева, А.Х. Галеева

Представлены данные о распространении, состоянии популяций и мерах охраны редкого вида *Allium nutans* L. (*Alliaceae*) в Республике Башкортостан (РБ). *A. nutans* включен в Красную книгу РБ (2011) (категория 2 – вид, сокращающийся в численности). *A. nutans* встречается в Абзелиловском и Баймакском районах республики. Вид достоверно произрастает в 13 пунктах, где в 6 местонахождениях популяции находятся в критическом состоянии и нуждаются в проведении реинтродукционных мероприятий (искусственном увеличении численности). В республике вид охраняется территориально (*in situ*, в двух памятниках природы) и в культуре в условиях Ботанического сада (г. Уфа) (*ex situ*). В нашей коллекции редких видов проводится изучение биологических особенностей (в частности размножения) 3 образцов *A. nutans*. Опыт интродукции (по многолетним наблюдениям для образца с г. Аян) показывает, что *A. nutans* – высокоустойчивое растение в культуре. Проводится мониторинг состояния 6 природных ценопопуляций. В 2014–2015 гг. наблюдаемые ценопопуляции – нормальные, неполночленные. В ценопопуляциях преобладают прегенеративные растения и генеративные растения. Осуществляются эксперименты по реинтродукции *A. nutans*. Проводятся опыты по восстановлению численности критических популяций в 3 географических пунктах. Создаются искусственные популяции в эколого-фитоценотически сходных местообитаниях на территории памятника природы «Гуровская гора» в Кушнаренковском районе РБ.

**Ключевые слова:** *Allium nutans*, редкий вид, Красная книга, географическое распространение, ценопопуляция, охрана, реинтродукция, Южный Урал, Республика Башкортостан.

Лук поникающий *Allium nutans* L. (*Alliaceae*) – многолетнее травянистое корневищно-луковичное растение. Вид представляет значительный практический интерес как растение комплексного использования: пищевое, лекарственное, медоносное, декоративное [1].

*A. nutans* включен в Красную книгу Республики Башкортостан (РБ) (2011) (категория и статус: 2 – вид, сокращающийся в численности) [2]. Это редкое растение Южного Урала [3], где проходит западная граница его ареала. Вид охраняется в Челябинской области [4], а также в ряде других регионов азиатской части РФ (Курганская, Томская, Тюменская области)

[5, 6]. *A. nutans* – казахстанско-западносибирский лесостепной вид [7], распространенный в Западной и Средней Сибири, Казахстане, на Южном и Среднем Урале [8–11].

Впервые на Южном Урале (Челябинская область) вид был обнаружен в 1742 г. профессором Петербургской Академии наук И.Г. Гмелиным [12]. В своей работе он приводит прекрасный рисунок этого вида и указывает на его распространение от Сибири до р. Урал («ad Iaicum») на западе. В дальнейшем *A. nutans* был встречен в 1770 г. к югу от г. Челябинска П.С. Палласом [13]. Возможно, примерно в этих же местах (окрестности оз.

МУЛДАШЕВ Альберт Акрамович – к.б.н., Уфимский институт биологии РАН,  
e-mail: muldashev\_ural@mail.ru

МАСЛОВА Наталья Владимировна – к.б.н., Уфимский институт биологии РАН,  
e-mail: maslovanv-ib-ufa@mail.ru

ЕЛИЗАРЬЕВА Ольга Александровна – к.б.н., Уфимский институт биологии РАН,  
e-mail: herbary-ib-ufa@mail.ru

ГАЛЕЕВА Амина Хамитовна – к.б.н., Уфимский институт биологии РАН, e-mail: herbary-ib-ufa@mail.ru

Смолино, в настоящее время находящегося в черте южной части г. Челябинска) вид был обнаружен в 1905 г. И.М. Крашенинниковым и В.М. Крашенинниковой [14]. В настоящее время вид в Челябинской обл. известен из 8 пунктов [7]. На территории Башкирии *A. nutans* впервые был гербаризирован в 1917 г. Д.В. Машковым (окрестности оз. Мулдаккуль в Абзелиловском р-не РБ) (LE). Без указания точного местонахождения («восточная часть Оренбургской губ.») вид был включен во «Флору Юго-Востока Европейской части СССР» [15]. Как новинка для флоры республики вид был опубликован М.И. Котовым в списке из 2 гербарных образцов [16]. Во «Флоре СССР» местонахождения вида на Урале почему-то не были учтены, и вид был ошибочно отнесен к эндемикам Сибири [8].

**Распространение в Республике Башкортостан.** В РБ за период с 1917 по 2014 год *A. nutans* гербаризировался в 18 пунктах в Абзелиловском (хр. Крыкты – у с. Аскарово, г. Хандык; хр. Куркак – у д. Муракаево; хр. Кылысыр – у д. Аюсазово; хр. Курятмас у д. Даутово, хр. Сунгурдук у с. Баимово; хр. Турпай у д. Равилово; хр. Зюка у д. Ниязгулово, г. Аян – у д. Биккулово; окрестности озер Мулдаккуль, Суртанды, Лебяжье и др.) (UFA, LE) [17] и Баймакском (окрестности с. Кусеево) р-нах (UFA) [18, 19]. Однажды был обнаружен в рудеральном сообществе (железнодорожная насыпь), где представлен самовозобновляющейся популяцией. На сегодня в 6 пунктах вид не обнаруживается, возможно, исчез. Достоверно произрастает в 13 пунктах, где в 6 местонахождениях популяции находятся в критическом состоянии и нуждаются в проведении реинтродукционных мероприятий (искусственном увеличении численности) [2, 20].

На Южном Урале *A. nutans* характеризуется значительной эколого-фитоценотической амплитудой. Чаще всего он встречается в настоящих степях (класс *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soy, союз *Helictotricho desertor-Stipion rubentis* Toman 1969) в сообществах, произрастающих на малоразвитых каменистых почвах (подсоюз *Helictotricho desertor-Stipion rubentis* Toman 1969), и реже на раз-

витых почвах (подсоюз *Artemisio austriacaem-Stipenion zalesskii* Korolyk 2007). Вид изредка произрастает на сильнокаменистых степях, в трещинах скал и зарослях степных кустарников, обычно степной вишни (союз *Amygdalion nanae* Golub 2011). *A. nutans* реже встречается и обычно с небольшим обилием в луговых степях (союз *Festucion valesiacae* Klika 1931) и остепненных лугах (союз *Trifolion montani* Naumova 1986 класса *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937). Вид также изредка в РБ отмечался на галофитных лугах (класс *Scorzonero-Juncetea gerardii* Golub et al. 2001). В степях *A. nutans* произрастает обычно в сообществах с разреженным травостоем (до 50% проективного покрытия) и в той или иной степени за-кустаренных (15–25% проективного покрытия). Обычно почвы представлены маломощными в той или иной степени хрящеватыми выщелоченными черноземами. Почвообразующие породы кислые (различные туфы, яшмы, кремнистые сланцы, изредка на известняках).

Лимитирующими факторами на территории РБ являются следующие: естественные – вид на западной границе ареала; антропогенные – уничтожение местообитаний (пахота, посадки леса), выпас скота, сенокошение, заготовки населением в качестве овощного растения [2].

**Принятые меры охраны.** В РБ вид охраняется территориально (*in situ*) и в культуре в условиях Ботанического сада (г. Уфа) (*ex situ*).

**Территориальная охрана.** Вид охраняется на территориях двух памятников природы в Абзелиловском р-не РБ [21, 22].

Первый памятник природы «Гора Куркак хр. Куркак» имеет статус ботанического памятника природы регионального значения, который организован с 1997 г. [21–23]. Флора памятника чрезвычайно богата редкими видами растений (*Allium obliquum* L., *Cypripedium calceolus* L., *C. guttatum* Sw., *Minuartia helmii* (Fisch. ex Ser.) Schischk., *Potentilla arenosa* (Turcz.) Juz., *Phlox sibirica* L. и др.). Памятник имеет природоохранное, научное и рекреационное значение. Популяция *A. nutans* сохранилась здесь в виде единичных растений на одном из отрогов и нуждается в реинтродукции.

Второй памятник природы «Участок хр. Крыктытау с вершинами Бабай, Кушай и Хандык» имеет статус комплексного (ботанико-геоморфологического) памятника природы регионального значения, который организован с 1997 г. [21–23]. Во флоре памятника представлено много редких растений, в том числе реликтовых и эндемичных видов (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb., *Elytrigia reflexiaristata* (Nevski) Nevski, *Huperzia selago* (L.) Bernch. ex Schrank et Mart, *Schizereckia hyperborea* (L.) Berkutenko и др.). Памятник имеет природоохранное, научное и рекреационное значение. Популяция *A. nutans* относительно многочисленная, но уязвимая из-за небольшой площади.

*Интродукция.* *A. nutans* культивируется и изучается в питомнике редких и исчезающих видов флоры Южного Урала Уфимского Института биологии, который находится на территории Ботанического сада-института (БСИ) УНЦ РАН (г. Уфа) [24–27]. В нашей коллекции редких видов проводится изучение биологических особенностей (в частности размножения) 3 образцов *A. nutans*. Мобилизация образцов в культуру: РБ, Абзелиловский р-н, г. Аян (год интродукции – 2000 г., растения; семена) и хр. Кылысыр (2012, 2013, 2014 гг., растения); Баймакский р-н РБ, окрестности с. Кусеево (2014 г., растения) (интродукторы Н.В. Маслова, О.А. Елизарьева). На основе растений из популяции на г. Аян в питомнике создана маточная плантация с целью получения посевного и посадочного материала для реинтродукционных работ [26]. Опыт интродукции (по многолетним наблюдениям для образца с г. Аян) показывает, что *A. nutans* – высокоустойчивое растение в культуре: характеризуется стабильным ритмом роста и развития, ежегодным обильным цветением и плодоношением, образует семена с хорошей всхожестью, самовозобновляется семенами и вегетативно (наблюдается ежегодный самосев, выходит за пределы обрабатываемого участка), тип онтогенеза стабильный, биоморфологические показатели этого вида значительно превосходят таковые в природе [27]. Основные показатели семенной

продуктивности (СП) вида в культуре изменяются в широких пределах в зависимости от возрастного и жизненного состояния растений и года наблюдения: потенциальная СП (ПСП) – 192–2214 семяпочек, реальная СП (РСП) – 0–1285 семян, коэффициент продуктивности ( $K_{np}$ ) – 0–77.2% (данные 2013 и 2014 гг. в расчете на соцветие) [28].

*A. nutans* также имеется в коллекции видов рода *Allium* L. в БСИ (2 новосибирских образца: широколистная и узколистная формы, которые получены из ЦСБС СО РАН, и 1 башкирский образец с г. Аян) [29, 30].

*Мониторинг природных популяций.* Проводятся наблюдения (периодические и регулярные) за состоянием 6 природных популяций *A. nutans*. Так, мониторинг популяции на г. Аян проводится с 2002 г. При этом изучаются плотность, возрастной состав [2], репродуктивная биология [31], морфологическая изменчивость [32].

В 2014 г. изучен возрастной состав 4 ценопопуляций (ЦП) *A. nutans*: в Абзелиловском р-не – ЦП1 на вершине г. Аян (плотность  $5.1 \pm 0.5$  экз./ $m^2$ ), ЦП2 в нижней части склона г. Аян (плотность  $2.1 \pm 0.4$  экз./ $m^2$ ), ЦП3 на хр. Кылысыр ( $4.6 \pm 0.4$  экз./ $m^2$ ); в Баймакском р-не – ЦП4 в окрестностях с. Кусеево ( $6.7 \pm 0.8$  экз./ $m^2$ ). Все ценопопуляции – нормальные, неполночленные (в онтогенетическом спектре отсутствуют проростки и сенильные особи, они характеризуются непрерывным периодом жизни). Прегенеративные особи преобладают в ЦП2 (55.4%) и ЦП4 (55.2%), абсолютный максимум в них приходится на виргинильные растения (соответственно 44.6 и 43.7%). Генеративные особи преобладают в ЦП1 (60.3%) и ЦП3 (61.8%), абсолютный максимум в них приходится на молодые генеративные растения (соответственно 33.3 и 27.3%). Высокая доля прегенеративных растений свидетельствует о способности ценопопуляций к самовозобновлению: индекс восстановления  $I_1 = 0.48–1.51$ , индекс замещения  $I_3 = 0.42–1.23$  (наибольшие в ЦП2 и ЦП4). В ценопопуляциях отмечается волна возобновления, т.к. преобладает молодая фракция растений (58.8–72.3%), кроме ЦП3 (47.5%).

Определен тип ценопопуляций, выделяемый критерием «дельта-омега» на основе значений индекса возрастности ( $\Delta$ ) и индекса эффективности ( $\omega$ ): ЦП1 и ЦП3 – переходные ( $\Delta = 0.36$  и  $0.38$ ;  $\omega = 0.66$  и  $0.66$ ); ЦП2 и ЦП4 – молодые ( $\Delta = 0.25$  и  $0.28$ ;  $\omega = 0.56$  и  $54$ ) (по классификации нормальных популяций Л.А. Животовского) [33].

В 2015 г. продолжено изучение возрастного состава двух ценопопуляций *A. nutans* из обследованных в 2014 г.: в Абзелиловском р-не РБ – ЦП1 на вершине г. Аян (плотность  $8.8 \pm 0.8$  экз./ $m^2$ ), в Баймакском р-не – ЦП4 в окрестностях с. Кусеево (плотность  $9.3 \pm 1.0$  экз./ $m^2$ ). Ценопопуляции – нормальные, неполночленные (в онтогенетическом спектре отсутствуют проростки, субсенильные и сенильные особи, они характеризуются непродолжительным периодом жизни, а в ЦП2 нет и старых генеративных растений, видимо, из-за сухой и жаркой погоды). Прегенеративные особи преобладают: в ЦП1 – 53.3% и ЦП4 – 56.1%, абсолютный максимум приходится на виргинильные растения (соответственно 42.5 и 48.0%). В группе генеративных особей больше молодых генеративных растений (соответственно 65.9 и 74.2%). Высокая доля прогенеративных растений свидетельствует о способности ценопопуляций к самовозобновлению семенным способом: индекс восстановления  $I_b = 1.14$  и  $1.28$ , индекс замещения  $I_3 = 1.14$  и  $1.28$  (наибольшие в ЦП4). В ценопопуляциях продолжается волна возобновления, т.к. преобладает молодая фракция растений (сумма прогенеративных растений и молодых генеративных) (соответственно 85.8 и 88.7%).

Определен тип ценопопуляций, выделяемый критерием «дельта-омега»: ЦП1 и ЦП4 – молодые ( $\Delta = 0.21$ ;  $\omega = 0.59$ , индексы в ЦП одинаковые).

В сравнении с 2014 г. отмечено увеличение плотности ценопопуляций, характер возрастного спектра не изменился, увеличились индексы восстановления и замещения в ЦП1.

Самоподдержание ЦП *A. nutans* осуществляется за счет семенного и вегетативного способов размножения. Наблюдения, проведенные

в ЦП2 (2000–2003, 2013 гг.) показали, что здесь *A. nutans* ежегодно цветет и плодоносит, наблюдается семенное возобновление, вид обладает высокими потенциальными возможностями для семенного размножения в местах естественного обитания. ПСП колеблется в широких пределах (120–1656 семяпочек на соцветие). Диапазон изменчивости составляет от повышенного ( $CV=26.4\%$  в 2003 г.) до очень высокого уровня ( $CV=42.4\%$  в 2000 г.) (по классификации С.А. Мамаева) [34]. Это объясняется наличием в популяции растений разного возрастного и жизненного состояния и изменением их соотношения по годам наблюдения. Самое низкое значение ПСП наблюдалось в 2013 г. – 581.5, самое высокое в 2000 г. – 778.6. Уменьшение ПСП связано с уменьшением объема соцветий (в среднем 96.9 цветков), изменением возрастного (видимо, в популяции было больше молодых генеративных растений) и жизненного состояния растений, на которые повлияли разногодичные погодные условия вегетации (в 2011 и 2013 гг. вегетационные периоды были сухими и жаркими), сенокошение и др. [31].

Обследованные ценопопуляции находятся в стабильном состоянии, имеют достаточное количество генеративных растений, обеспечивающих семенное и вегетативное размножение, наблюдается ежегодное самовозобновление, в реинтродукции не нуждаются. Ценопопуляции на г. Аян (заросли на вершине) и в окрестностях с. Кусеево могут служить источниками посевного и посадочного материала для реинтродукционных работ без нанесения им большого ущерба.

Имеются данные о популяционной характеристике ценопопуляции *A. nutans* в окрестностях с. 1-е Туркменево в Баймакском р-не РБ [18, 35]. Численность растений в этой ЦП высокая, до нескольких сот клонов (плотность 1–2 клона на 1  $m^2$ ). Особи представлены четко выделяемыми округлыми куртинами, размеры которых 25–90 см в диаметре. Число луковиц в одном клоне 11–72 шт. Годичный прирост корневища составляет  $0.7 \pm 0.01$  см. Расчетный возраст клонов от 17 до 63 лет [19, 35].

**Реинтродукция.** *A. nutans* относится к числу приоритетных редких и исчезающих

видов РБ, нуждающихся в специальных биотехнических мероприятиях для их охраны [2, 21, 36]. На основании анализа принятых и необходимых мер охраны для этого вида определены следующие основные направления охраны: 1) интродукция с целью сохранения генофонда и для получения посевного и посадочного материала для реинтродукционных работ; 2) увеличение численности критических популяций (малочисленных и ограниченных по площади) за счет семян и посадочного материала, собранных в этих же популяциях; 3) увеличение численности популяций за счет семенного и посадочного материала, полученного при интродукции; 4) восстановление исчезнувших популяций; 5) создание искусственных (резервных) популяций в сходных экологических условиях [20].

Сегодня осуществляются эксперименты по реинтродукции *A. nutans* в двух направлениях: 1) восстановление численности критических популяций; 2) создание искусственных (резервных) популяций в эколого-фитоценотически сходных местообитаниях [2, 37, 38].

На территории ботанического памятника природы «Гуровская гора» в Кушнаренковском р-не РБ (Природный ботанический сад) с 2005 г. проводятся опыты по созданию искусственных популяций в эколого-фитоценотически сходных местообитаниях. Заложены 7 опытных площадок по созданию искусственных популяций из 3 географических пунктов (г. Аян, окрестности с. Кусеево, хр. Кылысыр); материалом для работы послужили семена и растения из интродукционного питомника и из природных популяций [2, 39–42]. Ежегодно наблюдается вегетативное размножение. Репродуктивный потенциал образования семян *A. nutans* в этих условиях (средние значения ПСП – 629–1362 семяпочек, РСП – 134–400 семян,  $K_{\text{пп}}$  – 17–39% на соцветие в 2012–2014 гг. для всех опытов) соразмерен с таковым в условиях культуры и в естественных местообитаниях, что свидетельствует о возможности семенного возобновления искусственных популяций [28].

Сегодня проводятся эксперименты по реинтродукции *A. nutans* в местах естественно-

го обитания и мониторинг восстанавливаемых популяций (РБ, Абзелиловский р-н) [21, 37, 38, 41]. В период с 2013 по 2015 год на г. Аян (средняя часть склона) было высажено более 250 растений, в окрестностях с. Ташбулатово – около 110. Все саженцы 9–10-летнего возраста, 1–2-побеговые, в основном прегенеративного возрастного состояния, были выращены из семян в Природном ботаническом саду. Кроме того, на г. Аян проводятся реинтродукционные опыты путем посева семян.

**Необходимые меры охраны.** Учреждение проектируемого природного парка «Крыкты» (включает 3 ценопопуляции *A. nutans*) и ландшафтного заказника «Гора Аян» (включает 2 ценопопуляции) в Абзелиловском р-не РБ [43]. Дальнейшие реинтродукционные работы в критических популяциях. Контроль и мониторинг за состоянием известных популяций. Специальное обследование всех известных популяций и поиск новых для выяснения реального состояния вида в РБ, по результатам которого необходимо разработать мероприятия по его дальнейшей охране.

Пропаганда среди местного населения охраны лука и культивирования его на приусадебных участках, тем более что он легко размножается как семенами, так и луковицами.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (грант 14-04-97090-р\_поволжье\_a) в 2014–2016 гг. и гранта Президиума РАН по Программе фундаментальных исследований «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» в 2012–2014 гг. и «Биоразнообразие природных систем» (2015–2017 гг.).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Butomaceae* – *Thymelaeaceae*. СПб.: Наука, 1994. 271 с.
2. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы. Уфа: Медиа-Принт, 2011. 384 с.
3. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Охрана растений на Южном Урале. М.: Наука, 1987. 205 с.

4. Красная книга Челябинской области: Животные, растения, грибы. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. 450 с.
5. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения). М., 2004 (2005). 352 с.
6. Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. 512 с.
7. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург; Миасс: Геотур, 2005. 537 с.
8. Флора СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1935. Т. IV. 760 с.
9. Флора европейской части СССР. Т. IV. Покрытосеменные. Двудольные, однодольные. Л.: Наука, 1979. 355 с.
10. Флора Сибири. *Araceae – Orchidaceae* / сост. Власова Н.В., Дороныкин В.М., Золотухин Н.И. и др. Новосибирск: Наука, 1987. 248 с.
11. Фризен Н.В. Луковые Сибири. Систематика, кариология, хорология. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. 185 с.
12. Gmelin J.G. Flora Sibirica sive plantarum Sibiriae. T 1. Petropoli: Typ. Acad. Scientiarum, 1747. 291 p.
13. Pallas P.S. Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs. St. Petersburg: Kaiserliche Academie der Wissenschaften, 1773. Theil 2. Erstes Buch vom Jahr, 1770. 368 s.
14. Крашенинников И.М., Крашенинникова В.М. Предварительный отчет о ботанических занятиях в Челябинском уезде летом 1905 года // Зап. Урал. об-ва любителей естествознания. 1907. Т. XXVI. С. 45–49.
15. Флора Юго-Востока Европейской части СССР. Вып. III. *Cyperaceae – Orchidaceae*. Л.: Изд-во Гл. ботан. сада, 1929. С. 267–436.
16. Котов М.И. Новые материалы к флоре Башкирской АССР и прилегающих к ней частей областей Чкаловской и Челябинской. I. // Ботан. журн. 1943. Т. 28, № 3. С. 117–122.
17. Мулдашев А.А. Флористические находки в Башкортостане (Россия) // Ботан. журн. 2003. Т. 88, № 1. С. 120–129.
18. Ишбирдин А.Р., Суюндуков И.В., Ишмуратова М.М., Ильина И.В. Новые местонахождения редких видов флоры Республики Башкортостан // Ботан. журн. 2005. Т. 90, № 7. С. 1116–1119.
19. Ильина И.В. К вопросу охраны некоторых редких видов рода *Allium* на территории Республики Башкортостан // Проблемы Красных книг регионов России. Пермь, 2006. С. 138–142.
20. Мулдашев А.А., Абрамова Л.М., Шигапов З.Х., Мартыненко В.Б., Галеева А.Х., Маслова Н.В. Приоритеты, методы и опыт реинтродукции редких видов растений в степной зоне Республики Башкортостан // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Мат-лы IV Всероссийской научной конференции с международным участием. 22–26 сентября 2010 г. Йошкар-Ола, 2010. С. 41–44.
21. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, 2006. 414 с.
22. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. Уфа: Медиа-Принт, 2010. 414 с.
23. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Ботанические памятники природы Башкирии. Уфа, 1991. 144 с.
24. Абрамова Л.М., Маслова Н.В. Некоторые итоги интродукции редких видов Башкортостана в Ботаническом саду г. Уфы // Ботанические исследования в азиатской России: Мат-лы XI съезда Русского ботанического общества. Т. 3. Барнаул, 2003. С. 134–135.
25. Маслова Н.В., Абрамова Л.М. Сохранение биоразнообразия растений Республики Башкортостан // Проблемы сохранения биоразнообразия на Южном Урале: Тезисы докладов региональной научно-практической конференции. Уфа, 2004. С. 136–137.
26. Абрамова Л.М., Маслова Н.В., Каримова О.А. Интродукция редких видов как способ сохранения биоразнообразия (на примере Республики Башкортостан) // Бюл. гл. ботан. сада. 2004. Вып. 188. С. 110–118.
27. Маслова Н.В., Каримова О.А., Абрамова Л.М. Интродукция реликтов Южного Урала // Растения в муссонном климате. III: Мат-лы III Международной конференции «Растения в муссонном климате» (Владивосток, 22–25 октября 2003 г.). Владивосток, 2003. С. 384–387.
28. Мулдашев А.А., Елизарьева О.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х. Семенная продуктивность *Allium nutans* L. (*Alliaceae*) при интродукции и реинтродукции в Республике Башкортостан // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2015. № 6(181). С. 33–37.
29. Тухватуллина Л.А., Маслова Н.В., Абрамова Л.М. Опыт выращивания *Allium nutans* (*Alliaceae*) в Ботаническом саду-институте Республики Башкортостан // Раст. ресурсы. 2007. Т. 43, вып. 2. С. 30–38.
30. Тухватуллина Л.А., Маслова Н.В., Абрамова Л.М. Интродукция редкого вида флоры Республики Башкортостан *Allium nutans* L. // Бюл. Ботан. сада Саратов. гос. ун-та. 2008. Вып. 7. С. 165–175.
31. Маслова Н.В. Плодовитость редкого вида *Allium nutans* L. (*Alliaceae*) в природе // Растительные ресурсы: опыт, проблемы и перспективы: Мат-лы IV Всероссийской научно-практической конференции конференции 21–22 марта 2014 г. Бирск, 2014. С. 44–47.
32. Маслова Н.В., Елизарьева О.А., Мулдашев А.А. Об изменчивости лука поникающего (*Allium nutans* L. – *Alliaceae*) на Южном Урале // Теоретичні та прикладні аспекти розвитку природничих

дисциплін: Мат-ли Міжнародної науково-практичної конференції. Полтава, 2014. С. 90–93.

33. Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.

34. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.

35. Ильина И.В. Эколого-биологические характеристики и оценка состояния ценопопуляций некоторых видов рода *Allium* L. в степном Зауралье Республики Башкортостан: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2007. 23 с.

36. Мулдашев А.А. Перспективы охраны флоры и растительности в степной зоне Республики Башкортостан // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. Спец. вып. (67) «Ключевые природные территории степной зоны Северной Евразии». Март. 2007. С. 148–153.

37. Мулдашев А.А., Абрамова Л.М., Галеева А.Х., Маслова Н.В. Опыт реинтродукции редких видов растений в Республике Башкортостан // Тр. Ин-та биоресурсов и прикладной экологии: Мат-лы IV Международной конференции «Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий». Оренбург, 29–31 мая 2008 года. Оренбург, 2008. С. 321–324.

38. Мулдашев А.А., Галеева А.Х., Маслова Н.В. Реинтродукция как способ сохранения редких видов флоры Республики Башкортостан // Аграрная Россия: Мат-лы Молодеж. науч. школы-конф. «Современные методы и подходы в биологии и экологии», посвящ. 100-летию со дня рожд. В.К. Гирфанова. 2009. С. 13.

39. Мулдашев А.А., Галеева А.Х., Маслова Н.В., Едренкина В.А. Опыт создания Природного ботанического сада в Республике Башкортостан // Организация и функционирование региональных и локальных систем особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Региональная научно-практическая конференция (8–10 ноября 2006 г.). Ижевск, 2006. С. 36–38.

40. Мулдашев А.А., Галеева А.Х., Маслова Н.В. О создании «Природного ботанического сада» в Республике Башкортостан // XII съезд Русского ботанического общества. Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Мат-лы Всероссийской конференции (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). Ч. 6. Экологическая физиология и биохимия растений. Интродукция растений. Петрозаводск, 2008. С. 277–280.

41. Мулдашев А.А., Маслова Н.В., Елизарьева О.А., Галеева А.Х. Реинтродукция редких видов рода *Allium* L. флоры Южного Урала на территории ботанического памятника природы «Гуровская гора» в Республике Башкортостан // Изв. Самар. НЦ РАН. 2011. Т. 13, № 5(3). С. 76–79.

42. Мулдашев А.А., Елизарьева О.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х. Реинтродукция редкого вида *Allium nutans* L. на территории ботанического памятника природы «Гуровская гора» в Республике Башкортостан // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2013. № 6 (155). С. 49–51.

43. Система охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. 2004. URL: [http://www.wwf/ru/ural\\_econet/](http://www.wwf/ru/ural_econet/)

## DISTRIBUTION, STATE OF POPULATIONS AND PROTECTION OF RARE SPECIES *Allium nutans* L. IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

© A.A. Muldashev, N.V. Maslova, O.A. Elizaryeva, A.Kh. Galeeva

Ufa Institute of Biology, RAS,  
69, prospect Oktyabrya, 450054, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation

Data on the geographic distribution, state of populations and measures of protection of rare species *Allium nutans* L. (*Alliaceae*) in the Republic of Bashkortostan are presented in the article. *A. nutans* is included in the Red Data Book of the Republic of Bashkortostan (2011) (category 2 – species, dwindling in number). *A. nutans* occurs in Abzelilovsky and Baimak Districts of the republic. The species grows in 13 points significantly, where in 6 localities populations are in a critical condition and are in need of reintroduction activities (artificial increase in the number). In the republic the species is protected territorially (in situ, in the territory of the two monuments of nature) and in the culture in the conditions of the Botanical Garden (Ufa) (ex situ). Biological features (in particular reproduction) of 3 samples of *A. nutans* are studied in our collection of rare species. Experience of introduction (for long-term observations for the sample of Ayan) shows that *A. nutans* – highly resistant plant in culture. Monitoring of state of the 6 natural coenopopulations is conducted. In 2014–2015 yrs. observed coenopopulations are normal, not complete. Pregenerative plants and generative plants prevail in coenopopulations. Experiments in reintroduction of *A. nutans* are realized. Experiments on the restoration in the number of critical populations in 3 geographical locations are conducted. Artificial populations are created in ecologo-phytocoenotic similar habitats on the territory of the natural monument «Gurovskaya Mountain» in Kushnarenkovsky District of the republic.

Key words: *Allium nutans*, rare species, the Red Data Book, geographic distribution, coenopopulation, protection, reintroduction, South Urals, the Republic of Bashkortostan.

## ГЕОРГИНЫ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ: БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

© Л.Н. Миронова, С.Г. Денисова

Дается характеристика коллекционного фонда георгин Ботанического сада-института Уфимского научного центра Российской академии наук (БСИ УНЦ РАН). Приводятся научные данные, доказывающие, что односезонное культивирование георгины перспективно в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья. Описываются особенности сезонного ритма развития видов и сортов. Рассматриваются этапы онтогенеза некоторых представителей рода *Dahlia* Cav. (*D. merckii* Lehm., *D. coccinea* Cav., *D. pinnata* Cav., *D. sherffii* P.D. Sorensen): 3 возрастных периода (латентный, прегенеративный, генеративный) и 7 онтогенетических состояний. В прегенеративном периоде отмечены проростки, ювенильное, имматурное и виргинильное состояния; в генеративном периоде – молодое генеративное, средневозрастное и старое генеративное состояния. Выделены виды с коротким и длительным прегенеративным периодом. Установлены оптимальные условия для определения жизнеспособности пыльцы дикорастущих георгин (температурный режим и концентрация сахара). Показано, что пыльца большинства видов имеет невысокий показатель жизнеспособности, что является одним из факторов низкой результативности опыления растений. В условиях культуры виды характеризуются средними и низкими значениями семенной продуктивности. Приводится оценка успешности интродукции георгин на основе изучения многолетних феноспектров цветения, динамики роста побегов, а также показателей жаростойкости и водного режима. Показано, что для большинства сортов БСИ УНЦ РАН характерен феноспектр устойчивого типа, что доказывает их большую адаптацию к условиям Башкирии по сравнению с видами, для которых характерен феноспектр «мечущегося» типа. В результате исследования динамики роста видов и сортов георгины было отмечено, что суточный прирост побегов в течение вегетационного периода носит волнобразный характер, что говорит об их нестабильности в условиях Башкирского Предуралья. При оценке жаростойкости и водного режима георгины установлено, что сорта также более выносливы, чем виды. Выделены устойчивые высокодекоративные культивары с комплексом хозяйствственно-ценных признаков. На основе проведенного комплексного изучения представителей рода *Dahlia* предложен зональный ассортимент георгин для использования в озеленении населенных пунктов Республики Башкортостан, который обеспечивает продолжительный декоративный эффект.

**Ключевые слова:** георгина, онтогенез, фенология, динамика роста, жаростойкость, водный режим, успешность интродукции, зональный ассортимент.

**Введение.** В природно-климатических условиях Южного Урала георгина изменчивая (*Dahlia variabilis* Desf.) относится к незимующим многолетникам открытого грунта [1]. Представители рода обильно и длительно цветут, легко размножаются и отличаются разнообразием форм и окрасок. Однако на Южном Урале ассортимент используемых видов и сортов незначителен. В этой связи актуально изучение возможно большего количества таксонов георгины в условиях Башкир-

ского Предуралья с целью отбора наиболее перспективных для широкой культуры.

Целями работы являлось изучение биологических особенностей представителей рода *Dahlia* Cav. при интродукции в лесостепную зону Башкирского Предуралья, совершенствование зонального ассортимента.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Выявить особенности сезонного ритма развития георгины, изучить динамику роста.

МИРОНОВА Людмила Николаевна – к.с.-х.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: flowers-ufa@yandex.ru

ДЕНИСОВА Светлана Галимулловна – к.б.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: svetik-7808@mail.ru

2. Изучить онтогенез некоторых представителей рода *Dahlia* Cav.

3. Оценить декоративные и хозяйствственно-ценные признаки. Определить перспективность использования видов и сортов георгины в условиях Башкирского Предуралья.

**Условия, объекты и методы исследования.** Интродукционные исследования проводили в 2007–2014 гг. на базе Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН.

В климатическом отношении район исследований (г. Уфа, Башкирское Предуралье) характеризуется большой амплитудой колебаний температуры в ее годовом ходе, быстрым переходом от суровой зимы к жаркому лету, поздними весенними и ранними осенними заморозками [2].

Среднегодовая температура воздуха равна +2.6°C. Среднемесячная температура воздуха зимних месяцев колеблется в пределах от –12 до –16.6°C, абсолютный минимум –42°C. Зимой иногда наблюдаются оттепели. Лето жаркое и сухое, среднемесячная температура воздуха достигает +17.1–19.4°C, абсолютный максимум +37°C.

Среднемесячное количество осадков в летние месяцы колеблется в пределах от 54 до 69 мм, среднегодовое количество осадков равно 580 мм. Весной и в начале лета часто дуют сухие юго-западные ветры, которые в сочетании с небольшим количеством весенних осадков (28–42 мм) создают неблагоприятные условия для первоначального роста и развития растений. Безморозный период продолжается в среднем 144 дня.

Объектами исследований являлись 4 вида георгины (*D. merckii* Lehm., *D. coccinea* Cav., *D. pinnata* Cav., *D. sherffii* P.D. Sorensen) и 108 сортов (*D. variabilis* Desf.). Изучение декоративных признаков георгины и устойчивости к болезням и вредителям проводилось в условиях открытого грунта по методике государственного сортиспытания декоративных культур [3], фено наблюдения – по методике ГБС [4]. Семенная продуктивность оценивалась по методике И.В. Вайнагия [5]. Оценку хозяйствственно-ценных признаков про-

водили по методике, разработанной в Ботаническом саду-институте УНЦ РАН [6]. Жизнеспособность пыльцы определяли по методу И.Н. Голубинского [7]. Определение жаростойкости проводили по методике В.П. Тарабрина [8], водного режима – по методике Н.А. Гусева [9]. Математическая обработка экспериментальных данных осуществлялась стандартными методами [10] с использованием статистических пакетов программы Microsoft Excel 2003.

### ***Интродукционное изучение видов георгины***

**Онтогенез и фенология.** В онтогенезе *D. merckii*, *D. coccinea*, *D. pinnata*, *D. sherffii* наблюдали 3 возрастных периода: латентный, прегенеративный, генеративный и 7 онтогенетических состояний. В прегенеративном периоде отмечали проростки, ювенильное, имматурное и виргинильное состояния; в генеративном периоде – молодое генеративное, средневозрастное и старое генеративное состояния.

**Латентный период.** Плод – семянка. Семянки георгин природной флоры крупные (длина 8–11, ширина 2–4 мм), эллипсоидной формы; темно-коричневые или черные.

#### ***Прегенеративный период.***

**Проростки (р).** Семена георгин прорастают на 4–8 сутки после посева. Прорастание надземное. Гипокотиль выражен хорошо. Семядоли крупные, овальные, черешковые, достигают максимальной величины (длина 11–12, ширина пластинки 4–8 мм) в фазе 1-й пары листьев. Первый лист развертывается непосредственно над семядолями на 19–21 сутки. Эпикотиль достигает 4–6 мм в длину. Корневая система состоит из главного корня и небольших боковых корней.

**Ювенильное состояние (ј).** Особи этого возрастного состояния формируют 2–4 пары листьев ювенильного типа. Семядоли желтеют. Эпикотиль достигает 10–15 мм. Главный корень значительно увеличивается в длину и ветвится до II порядка, наблюдается начало формирования клубня. Появляются придаточные корни.

**Имматурное состояние (im)** характеризуется появлением пазушных побегов. Семядоли

отмирают. Главный корень утолщается и ветвится до третьего порядка. Образуются новые клубни. Гипокотиль начинает одревесневать.

*Виргинильное состояние* (v) характеризуется появлением непарно-дважды-перистых листьев. Начинает разрастаться семядольный узел, в пазухах семядолей закладываются почки возобновления, расположенные коллатерально. Количество клубней достигает 1–3 шт.

Выделены виды с коротким (140–154 суток – *D. coccinea*, *D. merckii* и *D. pinnata*) и длительным прегенеративным периодом (более 2 лет – *D. sherffii*).

**Генеративный период.** В первый год жизни генеративного состояния достигли *D. merckii*, *D. coccinea*, *D. pinnata*. На третий год жизни – *D. sherffii*. Особи изученных видов во время первого цветения находятся в *молодом генеративном состоянии* (g<sub>1</sub>). Семядольный узел к этому времени разрастается (до 1 см в диаметре), образуя валикообразное утолщение. Сформированы почки возобновления.

Период от начала отрастания до начала цветения колебался от 147 до 180 суток. За период вегетации сформировалось 2–8 соцветий на 2–5 генеративных побегах. Корневая система у растений 1-го года жизни смешанного типа. Главный корень за время хранения растений отмирает, лишь у некоторых остается жизнедеятельной его утолщенная базальная часть. В системе придаточных корней отмирают тонкие поглощающие корни, а также большинство неутолщенных и слабоутолщенных запасающих корней.

*В средневозрастное генеративное состояние* (g<sub>2</sub>) *D. merckii*, *D. coccinea*, *D. pinnata* переходят на второй год жизни, *D. sherffii* – на четвертый. В этот период большинство морфометрических показателей георгины увеличиваются: количество генеративных побегов достигает 3–9, число соцветий – 3–22, количество клубней – 3–6 шт. Период от начала отрастания до начала цветения сокращается на 12–27 суток и является минимальным за все годы изучения.

*В старое генеративное состояние* (g<sub>3</sub>) большинство изученных видов (*D. merckii*,

*D. coccinea*, *D. pinnata*) вступают на четвертый год, *D. sherffii* – на шестой. В этот период число побегов, соцветий и корнеклубней остается на уровне среднего генеративного состояния. К концу вегетационного периода, в результате полного отмирания и разрушения тканей семядольного узла и гипокотиля, происходит партикуляция особей.

Установлено, что только два из четырех изученных видов георгины в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья регулярно плодоносят (*D. coccinea*, *D. merckii*). Сроки наступления фенологических faz специфичны для каждого вида. Календарно они не являются строго постоянными и зависят от погодных условий. По срокам цветения *D. coccinea*, *D. merckii* отнесены к группе среднечветущих, *D. pinnata*, *D. sherffii* – к позднечветущим.

**Жизнеспособность пыльцы.** Установлено, что для определения жизнеспособности пыльцы дикорастущих георгин оптимальными условиями являются 30% раствор сахарозы, свет и постоянная температура +26°C. Пыльца большинства видов георгины имеет невысокий показатель жизнеспособности (21–32%), что является одним из факторов низкой результативности опыления.

**Семенная продуктивность.** В условиях культуры средними показателями семенной продуктивности характеризуется *D. merckii* (коэффициент продуктивности K<sub>пр</sub> = 52%). Низкие значения этого показателя отмечены у *D. coccinea*, *D. pinnata* (15 и 21% соответственно). Особи *D. sherffii* за время наблюдений не плодоносили.

**Оценка декоративных и хозяйствственно-ценных качеств.** Комплексная оценка декоративных и хозяйствственно-ценных качеств позволила выделить наиболее перспективный вид – *D. merckii*, отличающийся высокой декоративностью, обильным цветением, устойчивостью к болезням и климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья. Он рекомендован для пополнения зонального ассортимента культивируемых декоративных растений Республики Башкортостан.

### **Интродукционное изучение сортов георгины**

В результате фенологических исследований выявлено, что по годам меняются лишь сроки и продолжительность цветения георгин, а последовательность зацветания остается неизменной. По срокам цветения большинство изучаемых сортов (105 шт.) являются средне- и поздноцветущими. В зависимости от сортовых особенностей и погодных условий года период от начала вегетации до начала цветения колеблется в пределах 104–181 суток. Выделено 13 сортов ('Burning Love', 'Clory of Heenmstede', 'Лебедушка' и др.) с наиболее продолжительным цветением – более 45 суток.

Оценка декоративных качеств позволила разделить сорта на группы по высоте куста, диаметру, форме и окраске соцветия. Большинство интродуцентов являются среднерослыми (70%), имеют мелкие (43%), махровые (96%) соцветия с белой (16%), красной или пурпурной (37%) окраской.

Комплексная оценка декоративных и хозяйствственно-ценных качеств георгин из коллекции Ботанического сада-института позволила выделить 88 перспективных сортов. Они отличаются высокой декоративностью, обильным и продолжительным цветением, устойчивостью к болезням. Данные сорта рекомендованы для пополнения зонального ассортимента культивируемых растений Республики Башкортостан.

### **Перспективность культивирования георгин в лесостепной зоне Башкирского Предуралья**

Условия Башкирского Предуралья значительно отличаются от условий мест естественного произрастания георгины (Мексика и Гватемала). Поскольку эти теплолюбивые растения не переносят даже кратковременных заморозков, то наиболее реальным временем их выращивания в открытом грунте является период с 10 июня (когда минует угроза весенних заморозков) по сентябрь (до первых осенних заморозков).

По мнению Н.А. Аврорина [10], устойчивость сроков цветения и других фенологи-

ческих фаз отражает наличие прирожденной или достигнутой к данному году относительной приспособленности переселенных растений к новой среде.

Анализ многолетних феноспектров цветения показал, что в условиях Башкирского Предуралья для изученных видов георгины характерен феноспектр «мечущегося» типа, что говорит об их низкой приспособленности к новой среде.

Для большинства сортов коллекции Ботанического сада-института характерен феноспектр устойчивого типа, т. е. фенологические даты равномерно колеблются от определенной средней даты в обе стороны. Это связано с тем, что селекция сортов велась в условиях умеренного климата (Нидерланды, США, Германия, Великобритания, Россия и др.), и они более адаптированы к условиям Башкирского Предуралья по сравнению с видами.

В результате исследования динамики роста видов и сортов георгины было отмечено, что суточный прирост побегов в течение вегетационного периода носит волнобразный характер, что говорит об их нестабильности в условиях Башкирского Предуралья. Максимальный суточный прирост отмечался в фазу бутонизации. У видов он составлял от 2.5 (*D. coccinea*) до 6.0 мм (*D. merckii*); у сортов – от 15.0 ('Черемушки') до 17.0 мм ('Канзас'). В жаркие дни, когда температура воздуха достигала +25°C и выше, у видов георгины наблюдалось прерывание роста побегов. У сортов резких снижений суточного прироста не отмечалось, а количество пиков прироста было меньше по сравнению с дикорастущими формами. Следовательно, сорта в меньшей степени подвержены влиянию неблагоприятных факторов среды.

При оценке жаростойкости георгины установлено, что сорта более выносливы, чем виды. Так, полное побурение листовой пластинки под действием высоких температур у большинства изученных сортов наблюдалось при 65°C, а у видов – уже при 55°C [14].

В результате изучения особенностей водного режима георгины выявлено, что показатели общей оводненности у изученных

образцов колеблются от 45 до 90%. Показано, что сорта, по сравнению с видами, отличаются более высокими показателями водоудерживающей способности (37.2 и 28.4% соответственно). Следовательно, сорта являются более адаптированными к засушливым условиям, чем виды.

**Выводы.** 1. Проведено интродукционное изучение 4 видов (*Dahlia merckii* Lehm., *D. coccinea* Cav., *D. pinnata* Cav., *D. sherffii* P.D. Sorensen) и 108 сортов *D. variabilis* Desf. Изучена их динамика роста и фенология. Наиболее интенсивный рост генеративных побегов отмечен в фазе бутонизации (конец июля – начало августа). Максимальный суточный прирост составляет от 2.5 (*D. coccinea* Cav.) до 17.0 мм в сутки (*D. variabilis* ‘Канзас’). По срокам цветения выделены раноцветущие георгины (3 сорта), среднекветущие (*D. coccinea*, *D. pinnata*, *D. merckii* и 66 сортов) и поздноцветущие (*D. sherffii* и 39 сортов). Наиболее продолжительным цветением (более 45 суток) характеризуются *D. coccinea* и 13 сортов. Сроки и продолжительность цветения по годам меняются, а последовательность зацветания остается неизменной. В условиях Башкирского Предуралья изученные виды и сорта не успевают пройти полный цикл развития и заканчивают вегетацию после первых осенних заморозков в фазе цветения или начала плодоношения.

2. Выявлена более высокая устойчивость сортов георгины по сравнению с видами в условиях Башкирского Предуралья. Только сорта георгины имеют феноспектры устойчивого типа, т.е. их ритм жизни соответствует условиям новой среды, а также более высокие показатели жаростойкости и водоудерживающей способности.

3. В онтогенезе георгины индикаторными признаками возрастных состояний являются: для проростков – наличие семядолей и первой пары листьев; для ювенильных особей – наличие 2–4 пар листьев ювенильного типа, разрастание главного корня в клубень, появление придаточных корней; для имматурных – появление пазушных побегов, разви-

тие придаточных и боковых корней, разрастание придаточных корней в клубни; для виргинильных – появление непарно-дваждыперистых листьев, закладка почек возобновления, начало разрастания семядольного узла. В условиях Башкирского Предуралья *D. pinnata*, *D. coccinea*, *D. merckii* вступают в генеративный период в первый год жизни, а *D. sherffii* – на третий.

4. По комплексу хозяйствственно-ценных признаков (лежкость корнеклубней при хранении, выход черенков, выход деленок, устойчивость к болезням), а также благодаря высоким декоративным качествам (продолжительному и обильному цветению, яркой и чистой окраске соцветий и др.) *D. merckii* и 88 сортов выделены как перспективные для озеленения населенных пунктов Башкирского Предуралья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН / под ред. В.П. Путенихина. Уфа: Гилем, 2012. 224 с.
2. Методика государственного сортиспытания декоративных культур. М.: МСХ РСФСР, 1960. 182 с.
3. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах / под ред. Л.И. Лапина. М.: ГБС АН СССР, 1972. 135 с.
4. Вайнагай И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. 1974. Т. 59. С. 826–831.
5. Денисова С.Г., Миронова Л.Н. Опыт оценки хозяйствственно-ценных признаков георгины // Аграрная Россия. 2013. № 6. С. 46–50.
6. Голубинский И.Н. Исследования прорастания пыльцевых зерен на искусственных средах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Харьков, 1962. 60 с.
7. Тарабрин В.П. Жароустойчивость древесных растений и методы ее определения в полевых условиях // Бюл. ГБС РАН. М.: Наука, 1969. С. 35–37.
8. Гусев Н.А. Некоторые методы исследования водного режима растений. Л.: АН СССР, Всесоюзное ботаническое общество, 1960. 60 с.
9. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
10. Аврорин Н.А. Акклиматизация и фенология // Бюл. ГБС. 1953. Вып. 16. С. 20–25.

## References

1. Catalogue of plants of the Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, RAS. V.P. Putenikhin (ed.). Ufa, AN RB, 2012. 224 p.

2. Methods of state variety trials in ornamental cultures. Moscow, MSKh RSFSR, 1960. 182 p.
3. Methods of phenological observations in botanical gardens. L.I. Lapin (ed.). Moscow, GBS AN SSSR, 1972. 135 p.
4. Vaynagi I.V. On the methods for studying seed productivity in plants. Botanicheskiy zhurnal, 1974, vol. 59, pp. 826–831.
5. Denisova S.G., Mironova L.N. Practice of evaluating Dahlia economically valuable traits. Agrarnaya Rossiya, 2013, no. 6, pp. 46–50.
6. Golubinskiy I.N. Research on germination of pollen grains on artificial media: PhD Thesis in Biology. Kharkov, 1962. 60 p.
7. Tarabrin V.P. Heat tolerance in arboraceous plants and methods of its determination under field conditions. Byulleten Glavnogo botanicheskogo sada RAN. Moscow, Nauka. 1969, pp. 35–37.
8. Gusev N.A. Some methods for studying water regime of plants. Leningrad, AN SSSR Vsesoyuznoe botanicheskoe obshchestvo, 1960. 60 p.
9. Zaytsev G.N. Mathematical analysis of biological data. Moscow, Nauka, 1991. 184 p.
10. Avrorin N.A. Acclimatization and phenology. Byulleten Glavnogo botanicheskogo sada, 1953, issue 16, pp. 20–25.

---

## DAHLIAS IN THE SOUTH URALS: BIOLOGICAL FEATURES AND PROSPECTS FOR THE USE

© L.N. Mironova, S.G. Denisova

Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, RAS,  
195/3, ulitsa Mendeleeva, 450080, Ufa, Russian Federation

The article characterizes the collection fund of dahlias in the Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, and gives scientific data proving that uniseasonal cultivation of dahlias is promisingly important in the steppe zone of the Bashkir Cis-Urals. It also describes peculiar features in the seasonal rhythm of species and varieties. Consideration is given to ontogenetic stages of some members of the genus *Dahlia* Cav. (*D. merckii* Lehm., *D. coccinea* Cav., *D. pinnata* Cav., *D. sherffii* P.D. Sorensen), including 3 age periods (latent, pregenerative, generative) and 7 ontogenetic states. The pregenerative period embraces seedlings, juvenile, immature and virginal states, and the generative period includes young, middle-aged and old generative states. The species have both short and long pregenerative periods. Optimum conditions are found to determine the viability of wild dahlia pollen (temperature and sucrose concentration). It is shown that pollen of the majority of species has a low viability rate that being one of the factors of low pollination efficiency. The species are characterized by mean and low seed productivity values under cultivation conditions. The success of the dahlia introduction is evaluated on the basis of studying long-term blooming phonological spectra, sprout dynamics, and indicators of heat tolerance and water regime. It is shown that the majority of varieties in the Botanical Garden-Institute are characteristic of stable phenological spectra that prove their great adaptation to the conditions of Bashkortostan as against the species characterized by phenological spectra of the “shifting” type. On studying the growth dynamics of these species and varieties, it can be noted that the daily sprout growth during the vegetative period is of a wave-like pattern that attests to their instability under the conditions of the Bashkir Cis-Urals. On evaluating heat tolerance and water regime of the *Dahlia* species, it is found that the varieties are more resistant than the species. Stable highly ornamental cultivars are recognized to have a set of economically valuable characteristics. The comprehensive research makes it possible to propose a zonal assortment of the *Dahlia* species with a long-lasting decorative effect to be used in gardening urban and rural areas in the Republic of Bashkortostan.

Key words: dahlia, ontogeny, phenology, growth dynamics, heat tolerance, water regime, successful introduction, zonal assortment.

## ИНВАЗИВНЫЕ РАСТЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН: «ЧЕРНЫЙ СПИСОК», БИБЛИОГРАФИЯ

© Л.М. Абрамова, Я.М. Голованов

Во второй половине XX в. на территории Республики Башкортостан появилась новая экологическая угроза, связанная с инвазиями – проникновением в природные экосистемы несвойственных им чужеродных видов из других стран и даже континентов. Эти виды, освоившись в новых условиях обитания, нередко наносят значительный экономический ущерб и серьезный урон здоровью людей. Биологические инвазии сегодня происходят в региональном и общемировом масштабах и в ближайшем будущем резко возрастут из-за глобализации рынков, торговли, перевозок, туризма и товарообмена. Значительный ущерб от инвазий в сельском, лесном и водном хозяйстве, возрастание аллергических заболеваний и отрицательное воздействие многих иноземных видов на общее биоразнообразие экосистем вызывают всеобщую озабоченность и требуют срочных мер по ослаблению и сдерживанию этого процесса.

В последнее время в ряде регионов Европейской России изданы «черные списки» («blacklist») флор и начато составление «черного списка» флоры России, который должен включить 100 наиболее агрессивных чужеродных видов, являющихся инвазивными в большинстве регионов.

По результатам 25-летних исследований нами также отмечена значительная активизация инвазий и натурализации чужеродных видов растений в регионе Южного Урала. Составлен «blacklist» флоры Республики Башкортостан, включающий 100 инвазивных и потенциально инвазивных видов высших растений, представляющих опасность для экосистем республики. К группе наиболее агрессивных неофитов отнесено 9 видов высших растений, в группу активно натурализующихся в естественных и полуестественных экосистемах включен 21 вид, к группе широко распространенных на нарушенных местообитаниях растений отнесено 25 видов, к группе потенциально инвазивных растений – 45 видов. Приведена библиография работ по инвазиям чужеродных видов в регионе Южного Урала, включающая около 100 публикаций по распространению, биологии, фитоценологии и экологии этой группы растений.

**Ключевые слова:** инвазии, чужеродные виды растений, натурализация, флора, «черный список», Республика Башкортостан.

Во второй половине XX в. на территории Республики Башкортостан (РБ) появилась новая экологическая угроза, связанная с инвазиями – проникновением в природные экосистемы несвойственных им чужеродных видов из других стран и даже континентов. Эти виды, освоившись в новых условиях обитания, нередко наносят значительный экономический ущерб и серьезный урон здоровью людей. Биологические инвазии сегодня происходят в региональном и общемировом масштабах и в ближайшем будущем резко возрастут из-за глобализации рынков, торговли, перевозок, туризма и товарообмена. Значительный ущерб от

инвазий в сельском, лесном и водном хозяйстве, возрастание аллергических заболеваний и отрицательное воздействие многих иноземных видов на общее биоразнообразие экосистем вызывают всеобщую озабоченность и требуют срочных мер по ослаблению и сдерживанию этого процесса.

Для информации об угрозе биологических инвазий издаются «Черные книги». Первый опыт такого рода изданий есть и в России. В «Черной книге флоры Средней России» [1] содержатся сведения о 52 наиболее агрессивных инвазивных видах средней полосы России и динамике их расселения. В 2011 г.

АБРАМОВА Лариса Михайловна – д.б.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: abramova.lm@mail.ru

ГОЛОВАНОВ Ярослав Михайлович – к.б.н., Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, e-mail: jaro1986@mail.ru

появилась и первая региональная «Черная книга флоры Тверской области» [2], а в последнее время в ряде регионов Европейской России изданы «черные списки» («blacklist») флор [3–9] и начато составление «черного списка» флоры России, который должен включить 100 наиболее агрессивных чужеродных видов, являющихся инвазивными в большинстве регионов.

Мы проводим исследования заносных видов растений с 90-х гг. XX в. В предлагаемой статье приведен «blacklist» флоры РБ и библиография работ по инвазиям чужеродных видов в регионе Южного Урала.

### Материалы и методы исследований.

Изучение адвентивной флоры и инвазивных видов в РБ проводится на протяжении последних 25 лет с использованием стандартных методов флористических и геоботанических исследований (маршрутный метод, сбор гербарного материала, составление и классификация геоботанических описаний сообществ с участием инвазивных видов). В последние годы создается база данных по сообществам с участием инвазивных видов растений, на

сегодня включающая около 500 геоботанических описаний.

Инвазивные растения «черного списка» флоры РБ, согласно рекомендациям по ведению региональных «Черных книг» [2], разделены на 4 группы разного инвазионного статуса:

**СТАТУС 1.** Виды-«трансформеры» – эдикаторы и доминанты, активно внедряются в естественные и полуестественные сообщества, изменяют их облик, нарушают сукцессионные связи, образуют большие по площади одновидовые заросли, вытесняют или препятствуют возобновлению видов природной флоры.

**СТАТУС 2.** Чужеродные виды, активно расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных полуестественных и естественных местообитаниях.

**СТАТУС 3.** Чужеродные виды, расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных местообитаниях, в ходе дальнейшей натурализации некоторые из них, по-видимому, смогут внедриться в полуестественные и естественные сообщества.

**СТАТУС 4.** Потенциально инвазивные виды, способные к возобновлению в местах

### Таблица

#### «Черный список» флоры Республики Башкортостан

**СТАТУС 1–9 видов:** *Acer negundo*, *Ambrosia psyllostachya*, *A. trifida*, *Bidens frondosa*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Echinocystis lobata*, *Elodea canadensis*, *Hordeum jubatum*, *Xanthium albinum*

**СТАТУС 2–21 вид:** *Alyssum desertorum*, *Amelanchier spicata*, *Cardaria draba*, *Carduus acanthoides*, *C. thoermeri*, *Ceratocarpus arenarius*, *Collomia linearis*, *Echinochloa crusgalli*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus pennsylvanica*, *F. lanceolata*, *Hippophae rhamnoides*, *Lupinus polyphyllus*, *Oenothera biennis*, *Phalacroloma annuum*, *Reseda lutea*, *Sambucus racemosa*, *Saponaria officinalis*, *Solidago canadensis*, *Sysimbrium volgense*, *Urtica cannabina*

**СТАТУС 3–25 видов:** *Amaranthus albus*, *A. blitoides*, *A. retroflexus*, *Artemisia sieversiana*, *Atriplex tatarica*, *Bromus yaponicus*, *B. squarrosus*, *Chorispora tenella*, *Conyza canadensis*, *Cuscuta campestris*, *Elsholtzia ciliata*, *Galinsoga ciliata*, *G. parviflora*, *Kochia scoparia*, *Lactuca serriola*, *Lepidium densiflorum*, *Lepidotheca suaveolens*, *Medicago sativa*, *Onopordum acanthium*, *Portulaca oleracea*, *Senecio vernalis*, *S. viscosus*, *Setaria pumila*, *S. viridis*, *Sysimbrium loeselii*

**СТАТУС 4–45 видов:** *Aquilegia vulgaris*, *Acer tataricum*, *Acropiton repens*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Amelanchier alnifolia*, *Anisantha tectorum*, *Armoracia rusticana*, *Aster salignus*, *A. novi-belgii*, *Bryonia alba*, *Caragana arborescens*, *Cerasus vulgaris*, *Digitaria sanguinalis*, *Epilobium adenocaulon*, *E. pseudorubescens*, *Eragrostis minor*, *Galega orientalis*, *Helianthus lenticularis*, *H. tuberosus*, *Heracleum sosnowskyi*, *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora*, *Juncus tenuis*, *Kochia densiflora*, *Lolium perenne*, *Malus domestica*, *Oenothera oakesiana*, *O. rubricaulis*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Phalacroloma strigosum*, *Ph. septentrionale*, *Populus balsamifera*, *Prunus spinosa*, *Reynoutria bohemica*, *R. sachalinensis*, *Rosa pimpinellifolia*, *R. rugosa*, *Silene dichotoma*, *Sysimbrium volgense*, *Symphytum caucasicum*, *Thlaspidia dubia*, *Typha laxmannii*, *Ulmus pumila*, *Xanthoxalis corniculata*, *X. stricta*

заноса и проявившие себя в смежных регионах в качестве инвазивных видов.

**Результаты и их обсуждение.** В результате многолетней работы по поиску и мониторингу очагов инвазии чужеродных видов нами выявлено 100 инвазивных и потенциально инвазивных видов, представляющих опасность для экосистем РБ и широко расселившихся или начавших активное расселение. Они представлены в табл.

К первой группе наиболее агрессивных неофитов мы относим 9 видов высших растений. Данные виды произрастают в различных экологических условиях, внедряясь и трансформируя структуру естественных фитоценозов. Так, тенденцию к активной инвазии в луговые, преимущественно пойменные фитоценозы проявляют *Ambrosia psyllostachya*, *A. trifida*, *Cyclachaena xanthiiifolia*. Существенные изменения галофитных сообществ происходят за счет инвазии *Hordeum jubatum*, нередко образующего обширные по площади заросли. Прибрежно-водные и водные сообщества подвергаются перестройке за счет инвазий *Bidens frondosa*, *Echinocystis lobata*, *Elodea canadensis*, *Xanthium albinum*. Особенно активно в последние годы происходит расселение по водным артериям республики *Bidens frondosa*, вытесняющей аборигенные виды рода *Bidens*. Наряду с травянистыми видами растений активно расселяется по поймам рек и древесный неофит *Acer negundo*, образуя густой подлесок в пойменных ивово-тополевых лесах.

К группе среднеагрессивных инвазивных растений мы относим 21 вид. Это, как правило, чужеродные виды, частично изменяющие нарушенные полуестественные и естественные местообитания, при достижении определенного уровня инвазионного потенциала способные перейти в группу видов-трансформеров. К подобным видам на территории РБ мы относим достаточно широко распространенные на нарушенных местообитаниях виды, проявляющие тенденцию к внедрению в естественные фитоценозы. Так, для луговых фитоценозов характерно внедрение *Cardaria*

*draba*, *Carduus acanthoides*, *Collomia linearis*, *Phalacroloma annuum*, *Lupinus polyphyllus*, *Saponaria officinalis*, *Solidago canadensis*. Адвентивные виды из аридных районов Азии и Средиземноморья находят прибежище в степных фитоценозах, это такие виды, как *Carduus thoermeri*, *Ceratocarpus arenarius*, *Reseda lutea*, *Urtica cannabina*. Расселение по пойменным лесам наряду с *Acer negundo* демонстрируют *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus pennsylvanica*, *F. lanceolata*, *Sambucus racemosa*, пока распространенные в экосистемах региона в гораздо меньшей степени, чем клен ясенелистный. Процесс орнитохории способствует расселению в лесных сообществах *Amelanchier spicata*. На откосах автомобильных дорог, по отвалам, а также близлежащим степным участкам встречается *Oenothera biennis* и *Sysimbrium volgense*. Прибрежно-водные сообщества, в свою очередь, почти повсеместно подвергаются внедрению *Echinochloa crusgalli*, особенно активно развивающейся на илистых субстратах.

Третий статус в пределах РБ имеют 25 видов. К этой группе относятся широко распространенные на нарушенных местообитаниях виды. К ним относим следующие группы видов:

1) виды, активно распространяющиеся на местообитаниях, подверженных вытаптыванию (городские и сельские дворы, обочины дорожек и пр.) – *Amaranthus blitoides*, *Atriplex tatarica*, *Bromus yaponicus*, *B. squarrosus* *Cuscuta campestris* *Lepidium densiflorum*, *Lepidotheca suaveolens*. Для населенных пунктов степной зоны характерно широкое распространение по дворам *Chorispora tenella*.

2) виды, характерные для железнодорожных местообитаний, изредка произрастающие на пустырях – *Amaranthus albus*, *Artemisia sieversiana*, *Kochia scoparia*, *Senecio viscosus*.

3) виды, широко распространенные и характерные для местообитаний, подверженных хозяйственной деятельности человека (поля, огороды, клумбы, палисадники), – *Amaranthus retroflexus*, *Elsholtzia ciliata*, *Galinsoga ciliata*, *G. parviflora*, *Portulaca oleracea*, *Setaria pumila*, *S. viridis*.

4) виды, в целом широко расселившиеся на нарушенных местообитаниях различного спектра, включая пустыри, свалки мусора и пр.: *Conyza canadensis*, *Lactuca serriola*, *Medicago sativa*, *Onopordum acanthium*, *Sysimbrium loeselii*.

Наибольшую группу (45 видов) образуют виды, обладающие потенциальной возможностью к инвазиям. Они, как правило, образуют небольшие заросли и не способны на настоящий момент к активному расселению. Некоторые из подобных видов широко распространены и более агрессивны в соседних регионах по тем или иным причинам, к примеру, в Оренбургской, Челябинской и др. областях: *Acroptilon repens*, *Aster salignus*, *A. novi-belgii*, *Galega orientalis*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum sosnowskyi*, *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora*, *Juncus tenuis*, *Symphytum caucasicum*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Thladiantha dubia*, *Ulmus pumila* и др. Впоследствии, возможно, эти виды смогут получить более высокий инвазионный статус.

Библиография работ по инвазиям чужеродных видов в регионе Южного Урала обширна и представлена более чем 100 публикациями по распространению, биологии, фитоценологии и экологии этой группы растений. Основные работы приведены в списке литературы [10–87].

Таким образом, по результатам многолетних исследований нами составлен «blacklist» флоры Республики Башкортостан, включающий 100 инвазивных и потенциально инвазивных видов высших растений, представляющих опасность для экосистем республики. К группе наиболее агрессивных неофитов отнесено 9 видов высших растений. В группу активно натурализующихся в естественных и полуестественных экосистемах включен 21 вид растений, это широко распространенные на нарушенных местообитаниях виды, проявляющие тенденцию к внедрению в естественные фитоценозы. К группе широко распространенных на нарушенных местообитаниях растений отнесено 25 видов, эти виды в будущем могут начать натурализацию

в естественных фитоценозах. Наиболее многочисленна группа потенциально инвазивных растений, включающая 45 видов, эти виды в настоящее время еще мало распространены в регионе, но со временем могут получить более высокий инвазионный статус.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 15-34-50280 мол\_нр.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
2. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А. Черная книга флоры Тверской области: чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 292 с.
3. Агеева А.М., Силаева Т.Б. Материалы для Черной книги Республики Мордовия // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры России и стран ближнего зарубежья: Мат-лы IV Международной конференции. Ижевск, 2012. С. 185–187.
4. Баранова О.Г., Брагина Е.Н. Инвазионные растения во флоре Удмуртской Республики // Вестник Удмуртского ун-та. 2015. Т. 25, вып. 2. С. 31–35.
5. Панасенко Н.Н. Черный список флоры Брянской области // Российский журнал биологических инвазий. 2012. № 2. С. 127–132.
6. Сагалаев В.А. К инвентаризации инвазивных видов флоры Волгоградской области // Вестник Тверского государственного университета. 2013. Т. 32, № 31. С. 102–105.
7. Стародубцева Е.А., Морозова О.В., Григорьевская А.Я. Материалы к «Черной книге» Воронежской области // Российский журнал биологических инвазий. 2014. № 2. С. 133–149.
8. Тремасова Н.А., Борисова М.А., Борисова Е.А. Инвазионные виды растений Ярославской области // Ярославский педагогический вестник. 2012. Т. 3, № 1. С. 103–111.
9. Третьякова А.С. Инвазионный потенциал адвентивных видов Среднего Урала // Российский журнал биологических инвазий. 2011. № 3. С. 62–69.
10. Абрамова Л.М. Адаптации американских сорняков р. *Ambrosia* в городских и сельскохозяйственных экосистемах юга Республики Башкортостан //

## Список опубликованных работ по инвазивным видам растений Республики Башкортостан (в хронологическом порядке)

Экология и охрана окружающей среды: Тезисы докладов 2 Международной научно-практической конференции. Пермь, 1995. С. 5–6.

11. Абрамова Л.М. *Ambrosia artemisiifolia* и *Ambrosia trifida* (Asteraceae) на юго-западе Республики Башкортостан // Ботан. журн. 1997. Т. 82, № 1. С.66–74.

12. Абрамова Л.М. Оценка уровня адвентизации синантропных ценофлор Зауралья Республики Башкортостан // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2002. Т. 107, вып. 3. С. 83–88.

13. Абрамова Л.М. Адвентивные растения флоры Башкортостана // Итоги биол. исследований БГУ за 2001 г. Уфа, 2003. Вып. 7. С. 174–176.

14. Абрамова Л.М. Агрессивный американский неофит в степной зоне Башкортостана // Итоги биол. исследований БГУ за 2001 г. Уфа, 2003. Вып. 7. С. 177–179.

15. Абрамова Л.М. *Cyclachaena xanthiifolia* в южных районах Предуралья (Башкортостан) // Ботан. журн. 2003. Т. 88, № 4. С. 67–76.

16. Абрамова Л.М. Экспансия американских неофитов семейства Asteraceae в южных районах Республики Башкортостан // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ: Мат-лы научной конференции. Москва–Тула, 2003. С. 7–9.

17. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н. Инвазивные виды Республики Башкортостан // Природные ресурсы Башкортостана: межвузовский сб. научных статей. Уфа, 2003. С. 67–69.

18. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н. *Bidens frondosa* L. – новый инвазивный вид Башкортостана // Растительные ресурсы: опыт, проблемы и перспективы: Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции. Бирск, 2005. С. 3–4.

19. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н. О проблеме инвазий адвентивных видов в агроландшафтах Башкортостана // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции. Ижевск, 2005. Т. 2. С.107–112.

20. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н., Лаптева А.Г. Экспансия инвазивных неофитов семейства Asteraceae в населенных пунктах на юго-западе Башкортостана // Экология фундаментальная и прикладная: Мат-лы Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2005. С. 34–36.

21. Абрамова Л.М. К проблеме инвазивных видов в агроландшафтах // Ландшафтovedение: теория, методы, региональные исследования, практика: Мат-лы XI Международной ландшафтной конференции. М., 2006. С. 470–472.

22. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н. О новых находках инвазивных видов семейства Asteraceae Dumort. в Республике Башкортостан // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы: Мат-лы Международной научной конференции. Казань, 2006. С. 132–134.

23. Абрамова Л.М., Торопчина С.В. О распространении и натурализации циклахены дурнишниколистной в Республике Башкортостан // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы: Мат-лы III Международной научной конференции. Ижевск, 2006. С. 5–7.

24. Ануфриев О.Н., Абрамова Л.М. О контроле численности *Ambrosia psyllostachya* DC. в Башкортостане // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы: Мат-лы III Международной научной конференции. Ижевск, 2006. С. 11–12.

25. Абрамова Л.М. Распространение некоторых инвазивных видов семейства Asteraceae в Республике Башкортостан // Синантропизация растений и животных: Мат-лы Всероссийской конференции с международным участием. Иркутск, 2007. С. 237–240.

26. Абрамова Л.М. О некоторых особенностях процесса адвентизации и биологии инвазивных видов // Экология биосистем: проблемы изучения, индикации и прогнозирования: Мат-лы Международной научно-практической конференции. Астрахань, 2007. С. 137–139.

27. Абрамова Л.М. Растения-агрессоры во флоре Башкортостана // Биология в школе. 2007. № 4. С. 5–9.

28. Абрамова Л.М., Гордеев М.В., Лаптева А.Г., Нурмиева С.В. Инвазивные виды семейства Asteraceae в Зианчуринском районе Республики Башкортостан // Вест. Оренбург. гос. ун-та. 2007. № 75. Спец. вып. Проблемы экологии Южного Урала. С. 11–13.

29. Абрамова Л.М., Лаптева А.Г. Распространение *Ambrosia trifida* L. в Башкортостане // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Мат-лы XX межреспубликанской научно-практической конференции. Краснодар, 2007. С. 7–9.

30. Абрамова Л.М., Лаптева А.Г. К экологии амброзии трехраздельной в Республике Башкортостан // Влияние физических, химических и экологических факторов на рост и развитие растений: Мат-лы 4-й Всероссийской научной конференции. Орехово-Зуево, 2007. С. 73–76.

31. Abramova L. Adventization and invisibility of habitats in the Bashkortostan Republic // 17<sup>th</sup> International Workshop European Vegetation Survey “Using phytosociological data to address ecological questions”. Abstracts and Excursion Guides. Brno, 2008. P. 5.

32. Абрамова Л.М. О проблеме адвентизации и инвазибельности местообитаний в Республике Башкортостан // XXII Любящевские чтения. Современные проблемы эволюции. Т. 2. Ульяновск, 2008. С. 16–21.

33. Абрамова Л.М. Натурализация амброзии многолетней в степной зоне Республики Башкортостан

стан // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Мат-лы Всероссийской конференции. Ч. 5. Петрозаводск, 2008. С. 5–7.

34. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н. Агрессивные неофиты Республики Башкортостан: биологическая угроза // Вестник АН РБ. 2008. № 4. С. 34–43.

35. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н., Крутьков В.М., Хасanova Г.Р. Опыт контроля численности амброзии трехраздельной и циклахены дурнишниколистной в Республике Башкортостан // Агрохимия. 2008. № 3. С. 1–5.

36. Абрамова Л.М., Есина А.Г., Нурмиева С.В. Семенная продуктивность двух инвазивных видов семейства Asteraceae в Башкортостане // Современные проблемы морфологии и репродуктивной биологии семенных растений: Мат-лы Международной конференции. Ульяновск, 2008. С. 103–105.

37. Абрамова Л.М., Нурмиева С.В. *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. в южных районах Республики Башкортостан // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Мат-лы XXI межреспубликанской научно-практической конференции. Краснодар, 2008. С. 20–22.

38. Abramova L.M. Invasive alien plants in thermophilous communities of steppe zone of South Urals // 18<sup>th</sup> International Workshop European Vegetation Survey. Termophilous vegetation. 25–28 March 2008, Roma (Italy). Abstracts. URL: <http://www.evsitalia.eu/18%20EAVS%20 abstracts.htm/>

39. Абрамова Л.М. Распространение инвазивных неофитов семейства Asteraceae в Башкортостане // Биоразнообразие растений на Южном Урале и при интродукции: Труды Ботанического сада-института УНЦ РАН. Уфа, 2009. С. 191–208.

40. Абрамова Л.М., Ануфриев О.Н., Есина А.Г., Нурмиева С.В. Проблема инвазивных неофитов в Республике Башкортостан // Современные проблемы экологии и экологического образования. Орехово-Зуево, 2009. С. 54–56.

41. Абрамова Л.М., Есина А.Г. Натурализация амброзии трехраздельной (*Ambrosia trifida* L.) в степной зоне Южного Урала // Ботанические сады в XXI веке: сохранение биоразнообразия, стратегии развития и инновационные решения: Мат-лы Международной научно-практической конференции. Белгород, 2009. С. 30–32.

42. Абрамова Л.М., Есина А.Г., Нурмиева С.В., Трофимов И.В. О проблеме инвазивных видов на Южном Урале // Вестник Оренбургского ГУ. 2009. № 10. Спец. вып. Проблемы экологии Южного Урала». Ч. 1. С. 18–20.

43. Абрамова Л.М., Нурмиева С.В. Современное распространение *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. в Республике Башкортостан // Ботанические сады в XXI веке: сохранение биоразнообразия, стратегии развития и инновационные решения: Мат-лы Международной научно-практической конференции. Белгород, 2009. С. 141–142.

44. Абрамова Л.М., Трофимов И.В. К биологии инвазивного вида *Oenothera biennis* L. на Южном Урале // Ботанические исследования на Урале: Мат-лы региональной с международным участием научной конференции. Пермь, 2009. С. 8–10.

45. Нурмиева С.В., Абрамова Л.М. Некоторые особенности морфологии и биологии инвазивного вида *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. на Южном Урале // Ботанические исследования на Урале: Мат-лы региональной с международным участием научной конференции. Пермь, 2009. С. 267–270.

46. Абрамова Л.М. Анализ причин экспансии чужеродных видов растений на Южном Урале // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: Мат-лы Всероссийской конференции с международным участием. Иркутск, 2010. С. 443–445.

47. Abramova L.M. Invasion of alien plants in floodplains communities of South Urals // Abst. 19<sup>th</sup> EVS Workshop "Flora, vegetation, environment and land-use at large scale", Pecs, Hungary, 29 April-2 May 2010. Pecs, 2010. P. 96.

48. Абрамова Л.М. Анализ причин и экологических последствий инвазий чужеродных видов растений на Южном Урале // XXIV Любциевские чтения. Современные проблемы эволюции: сб. мат-лов. конф. Ульяновск, 2010. С. 245–251.

49. Абрамова Л.М., Нурмиева С.В. Экологобиологическая и популяционная характеристика *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen на Южном Урале // Актуальные проблемы экологии, биологии и химии: Мат-лы Всероссийской конференции. Йошкар-Ола, 2010. С. 21–27.

50. Абрамова Л.М. Зеленая чума: биологическая угроза растений-чужеземцев // Экология и жизнь. 2011. №3 (112). С. 70–74.

51. Абрамова Л.М. Классификация сообществ с участием инвазивных видов. I. Сообщества с участием видов из рода *Ambrosia* L. // Растительность России. 2011. № 19. С. 3–29.

52. Абрамова Л.М. Сообщества с участием инвазивных видов из рода *Ambrosia* L. на Южном Урале // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Мат-лы Всероссийской конференции. Т. 1. СПб., 2011. С. 5–7.

53. Абрамова Л.М. Чужеродные виды растений на Южном Урале // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: Мат-лы I Международной научной конференции. СПб., 2011. С. 5–10.

54. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Сообщества с инвазивными видами в городе Салавате (Республика Башкортостан) // Вестник Воронеж. гос. ун-та. 2011. Сер. География, Геоэкология. № 1. С. 173–176.

55. Иксанова Л.А., Абрамова Л.М. К характеристике ценопопуляций ячменя гравастого (*Hordeum jubatum* L.) в Республике Башкортостан // Науч. ве-

- домости Белгород. гос. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2011. Вып. 14/1, № 3 (98). С. 193–197.
56. Абрамова Л.М. Экспансия чужеродных видов растений на Южном Урале (Республика Башкортостан): анализ причин и экологических угроз // Экология. 2012. № 5. С. 1–7.
57. Абрамова Л. М. О классификации сообществ с инвазивными видами // Изв. Самар. НЦ РАН. 2012. Т. 14, № 1 (4). С. 945–949.
58. Абрамова Л.М., Иксанова Л.А., Петров С.С. Характеристика инвазивного вида *Hordeum jubatum* L. в Давлекановском районе РБ // Науч. труды Стерлитамакской гос. пед. академии им. Зайнаб Биишевой. 2012. Т. 2, № 1. Сер. физ.-мат. и естеств. науки. С. 6–12.
59. Абрамова Л.М., Нурмиева С.В. К биологии инвазивного вида *Bidens frondosa* L. на юге Предуралья Республики Башкортостан // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: Мат-лы IV международной научной конференции. Ижевск, 2012. С. 4–7.
60. Голованов Я.М. Адвентивный компонент флоры г. Мелеуза (Республика Башкортостан) // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: Мат-лы IV Международной научной конференции. Ижевск, 2012. С. 70–73.
61. Abramova L.M. Role of modern climatic and anthropogenic changes in activation of invasions of alien species of plants in ecosystems of the South Urals // Programme and Book of Abstracts International Symposium Borok-4 “Invasion of alien species in Golarctic”. Yaroslavl, 2013. P. 22.
62. Абрамова Л.М., Голованов Я.М., Нурмиева С.В. Сообщества с инвазивными видами растений на Южном Урале // Вестник КазНУ. Сер. экологическая. № 3(39). Алматы, 2013. С. 164–167.
63. Абрамова Л.М., Есина А.Г., Нурмиева С.В. Некоторые особенности биологии и экологии инвазивного вида *Ambrosia trifida* L. в Приуралье (Республика Башкортостан) // Известия Самарского НЦ РАН. 2013. Т. 15, № 3(4). С. 1193–1195.
64. Абрамова Л.М., Нурмиева С.В. К биологии инвазивного вида *Cyclachaena xanthiiifolia* (Nutt.) Fresen в Республике Башкортостан // Вестник Оренбург. гос. ун-та. 2013. № 5. С. 131–134.
65. Абрамова Л.М., Нурмиева С.В. К биологии инвазивного вида *Bidens frondosa* L. в Предуралье РБ // Известия Самарского НЦ РАН. 2013. Т.15, № 3(1). С. 358–360.
66. Golovanov Ya.M., Petrov S.S. *Elodea canadensis* L. in reservoirs of the Bashkortostan Republic // Programme and Book of Abstracts International Symposium Borok-4 “Invasion of alien species in Golarctic”. Yaroslavl, 2013. P. 57.
67. Голованов Я.М. Адвентивный компонент флоры городов южной промышленной зоны Республики Башкортостан (города Салават, Ишимбай и Мелеуз) // Вестник Оренбург. гос. ун-та. 2013. № 5. С. 135–139.
68. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Инвазивные виды растений в городах южной промышленной зоны Республики Башкортостан // Известия Алтайского гос. ун-та. 2013. Т. 1, № 3. С. 27–30.
69. Нурмиева С.В., Абрамова Л.М. К биологии и экологии инвазивного вида *Cyclachaena xanthiiifolia* (Nutt.) Fresen. на Южном Урале // Современная ботаника в России: Тр. XIII съезда РБО. Т. 3. Тольятти: Кассандра, 2013. С. 150–152.
70. Пикалова Е.В., Стецук Н.П., Нурмиева С.В., Абрамова Л.М. К биологии инвазивного вида *Ambrosia trifida* L. в Предуралье // Вестник Оренбург. гос. университета. 2013. № 10 (159). С. 214–216.
71. Усманова Л.С., Абрамова Л.М. Адвентивный компонент флоры города Дюртюли Республики Башкортостан: экологические проблемы // Экология России: на пути к инновациям. 2013. № 8. С. 86–90.
72. Усманова Л.С., Абрамова Л.М. Анализ адвентивного компонента флоры села Кушнаренково Республики Башкортостан // Тр. Междунар. конф. «Систематические и флористические исследования Северной Евразии». Орехово-Зуево, 2013. С. 210–212.
73. Абрамова Л.М. Инвазии чужеродных видов растений на Южном Урале: современное состояние проблемы // Инвазионная биология: современное состояние и перспективы: Мат-лы рабочего совещания. М., 2014. С. 5–9.
74. Абрамова Л.М. Роль инвазий чужеродных видов в современных изменениях экосистем Южного Урала // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира: Мат-лы Международной научной конференции. Минск, 2014. С. 14–18.
75. Абрамова Л.М. Новые данные по биологическим инвазиям чужеродных видов в Республике Башкортостан // Вестник АН РБ. 2014. Т. 19, № 4. С. 16–27.
76. Абрамова Л.М., Голованов Я.М. Синтаксисономия сообществ с участием инвазивных видов растений на Южном Урале // Растительность Восточной Европы и Северной Азии: Мат-лы Международной научной конференции. Брянск, 2014. С. 4.
77. Абрамова Л.М., Нурмиева С.В. К экологии и биологии инвазивного вида *Cyclachaena xanthiiifolia* (Nutt.) Fresen. на Южном Урале и в Приуралье // Экология. 2014. № 4. С. 250–256.
78. Боровик, Э.Р., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Фитоценотическая приуроченность инвазивного вида *Bidens frondosa* L. в Республике Башкортостан // Актуальные вопросы современного естествознания Южного Урала: Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции. Челябинск, 2014. С. 91–95.

79. Мулдашев А.А., Хусаинова С.А., Хусаинов А.Ф. Новые находки адвентивных растений в Республике Башкортостан // Известия Самарского НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 1. С. 69–73.
80. Пикалова Е.В., Абрамова Л.М. К биологии инвазивного вида *Ambrosia trifida* L. в пойменных и рудеральных местообитаниях южного Предуралья (Оренбургская область) // Вестник Удмуртского университета. Серия 6. Биология. Науки о земле. 2014. Вып. 1. С. 161–165.
81. Хасанова Г.Р., Ямалов С.М., Корчев В.В. Динамика адвентивного компонента ценофлор сегентальных сообществ на Южном Урале // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16, № 1 (3). С. 838–840.
82. Абрамова Л.М., Голованов Я.М., Петров С.С. Характеристика ценопопуляций нового для Республики Башкортостан адвентивного вида *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. // Теоретические проблемы экологии и эволюции: VI Любящевские чтения. Тольятти, 2015. С. 36–40.
83. Боровик Э.Р., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. К биологии инвазивных видов *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz и *Bidens frondosa* L. в среднем течении реки Белой и ее притоков // Структурно-функциональная организация и динамика растительного покрова: Мат-лы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Самара, 2015. С. 172–176.
84. Боровик Э.Р., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Натурализация инвазивного вида *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz в среднем и нижнем течении реки Белой и Демы // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 3–2. С. 13–16.
85. Пикалова Е.В., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н. Оценка виталитетного состава ценопопуляций инвазивного вида *Ambrosia trifida* L. в Южном Предуралье (Оренбургская область) // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. № 4. С. 63–67.
86. Хусаинова С.А., Валидова Р.З., Хусаинов А.Р., Абрамова Л.М. Адвентивный компонент флоры станции Кумертау (Башкирское отделение Куйбышевской железной дороги) // Растительные ресурсы: проблемы и перспективы: Мат-лы V Всероссийской научно-практической конференции. Бирск, 2015. С. 29–34.
87. Хусаинова С.А., Сейдалиева Э.С., Хусаинов А.Ф., Абрамова Л.М. Анализ адвентивной фракции флоры станции Дема (Башкирское отделение Куйбышевской железной дороги) // Самарский научный вестник. 2015. № 2. С. 130–133.

---

## INVASIVE PLANTS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN: «BLACKLIST», PUBLICATIONS AND REPORTS

© L.M. Abramova, Ya.M. Golovanov

Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, RAS,  
195/3, ulitsa Mendeleva, 450080, Ufa, Russian Federation

A new environmental threat emerged over the territory of the Republic of Bashkortostan in the second half of the 20th century. It was associated with invasions of alien plant species into natural ecosystems from other countries and even continents. Having adapted to their new habitats, these species often cause considerable economic losses and serious damage to human health. Nowadays biological invasions occur on a local to global scale and in the nearest future will increase sharply due to the globalization of markets, trade, traffic, tourism and commodity exchange.

Significant damage from invasions in rural, forest and water management, higher prevalence of allergic diseases and the negative impact of many alien species on the total diversity of plants in native ecosystems are a matter of common concern and require urgent measures to mitigate and have control over the process.

In recent years the so-called «blacklists» have been published in some regions of European Russia, and the «blacklisting» for the Russian Federation has started to include 100 most aggressive alien species being invasive in the majority of the regions.

According to the results of our 25-year investigations, we can also state more intense invasion and naturalization of exotic plants in the South Urals. The «blacklist» of the Republic of Bashkortostan has already been prepared. It includes 100 invasive and potentially invasive species of higher plants that constitute a hazard to ecosystems in the republic. Nine species are classified as the most aggressive neophytes, 21 species as the plants successfully settled in natural and semi-natural ecosystems, 25 species as the plants spread widely in disturbed habitats, and 45 species as potentially invasive plants. The reference list on the alien species invasions in the South Urals includes more than 100 publications in the areas of biology, phytocoenology and ecology of this group of plants.

Key words: invasions, alien plant species, naturalization, flora, «blacklist», Republic of Bashkortostan.

## СОСТОЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО (*Populus balsamifera* L.) В УСЛОВИЯХ СТЕРЛИТАМАКСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА: НАКОПЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ ЗДОРОВЫХ И ОСЛАБЛЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ

© Р.Х. Гиниятуллин, А.Ю. Кулагин

Представлены материалы по оценке относительного жизненного состояния и способности аккумуляции металлов надземными и подземными органами тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях загрязнения окружающей среды Стерлитамакского промышленного центра (СПЦ). Установлено, что относительное жизненное состояние насаждений тополя бальзамического «ослабленное» ( $L_n=60.25\%$ ). Под влиянием загрязнителей происходит снижение густоты кроны деревьев (до 36.75%) при значительном количестве мертвых ветвей (до 32.25% от общего количества).

В результате проведенных исследований установлено, что в условиях промышленного загрязнения СПЦ происходит понижение доли поглощающих корней тополя бальзамического.

Установлено, что корни у здоровых деревьев тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения СПЦ способны поглощать большие количества металлов из почвы, тем самым препятствуя их поступлению в надземные органы деревьев.

Ключевые слова: тополь бальзамический, категория жизненного состояния, поглощающие корни, металлы, Стерлитамакский промышленный центр.

Значительная масса выбросов от нефтехимических и химических предприятий неизбежно оказывается на качестве атмосферного воздуха. Леса очищают атмосферу от загрязняющих веществ антропогенного и естественного происхождения и выполняют тем самым важную функцию [1]. Древесные растения в условиях техногенеза являются эффективным средством снижения уровня загрязнения всех компонентов природной среды [2–4]. Установлено, что влияние загрязнителей приводит к снижению жизненного состояния древесных растений.

Цель исследования – провести оценку относительного жизненного состояния растений и изучить накопление и распределение тяжелых металлов в надземных и подземных органах здоровых и ослабленных деревьев тополя бальзамического в условиях Стерлитамакского промышленного центра (СПЦ).

Исходя из этого основной задачей являлось изучение содержания тяжелых металлов в почвах, корнях, ветвях, листьях тополевых насаждений в условиях промышленного загрязнения СПЦ и в зоне условного контроля (ЗУК). Были вычислены коэффициенты биологического поглощения (КБП) и биологического накопления (КБН). Для характеристики процессов перехода металлов из корней в надземную часть растений рассчитывали коэффициент перехода (Кп), равный отношению содержания металлов в надземной фитомассе к таковому в корнях.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в тополовых насаждениях, расположенных на различном удалении от промышленных предприятий г. Стерлитамака и в зоне условного контроля. Объектами исследования были деревья тополя в возрасте

ГИНИЯТУЛЛИН Рафак Хизбуллинович – к.б.н., Уфимский институт биологии РАН,

е-mail: grafak2012@yandex.ru

КУЛАГИН Алексей Юрьевич – д.б.н., Уфимский институт биологии РАН, е-mail: coolagin@list.ru

55–60 лет. Работа проводилась на двух объектах в условиях промышленного загрязнения СПЦ и в ЗУК. Постоянная пробная площадь (ППП) №1 размером 18×50 м, заложена в культурах тополя бальзамического и расположена в 1–2 км от источника загрязнения, ППП №2 размером 16×50 м расположена в 25–30 км от источника загрязнения. Оценку жизненного состояния деревьев определяли по методике В.А. Алексеева (1990) [5]. При исследовании насаждений для каждого дерева тополя бальзамического на ППП оценивались густота кроны (в % от нормальной густоты), наличие на стволе мертвых сучьев (в % от общего количества сучьев на стволе), степень повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, хлорозов и обеданий в % от площади листа или хвои). Относительное жизненное состояние (ОЖС) насаждений рассчитывали по формуле:

$$Ln = \frac{100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4}{N},$$

где  $Ln$  – относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное по числу деревьев;  $n_1$  – число здоровых деревьев на пробной площади;  $n_2, n_3, n_4$  – то же для ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно; 100, 70, 40, 5 – коэффициенты, выражающие (в %) жизненное состояние здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев;  $N$  – общее число деревьев на пробной площади (включая сухостой).

При значении относительного жизненного состояния от 100 до 80 % древостой оценивается как «здоровый», при 79–50% – «ослабленный», при 49–20% – «сильно ослабленный», при 19% и ниже – «полностью разрушенный».

Для изучения содержания металлов в условиях СПЦ и в ЗУК производился многократный повторный отбор листьев, ветвей, корней для определения содержания металлов. Отбор проб почвы и растений для определения загрязнений промышленного происхождения производился в течение вегетаци-

онного сезона. Пробы листьев, ветвей, корней отбирали на тех же пробных площадях, что и пробы почвы. На каждой ППП по методу конверта отбирали пробы почвы.

Исследование корневых систем тополя бальзамического в условиях СПЦ и ЗУК проводили методами количественного учета: методом монолитов [6]. Траншеи (почвенные разрезы) на ППП закладывали перпендикулярно направлению роста горизонтальных корней на расстоянии 70 см от ствола. Расположение траншеи по сторонам горизонта произвольное. Все почвенные разрезы имели одинаковые размеры 1×1 м.

Листья и ветви отбирали с 15 деревьев на каждой пробной площади из верхней, средней, нижней части кроны со стороны источника загрязнения с помощью секатора на шесте. Взятые пробы высушивали до воздушно-сухого состояния. Содержание металлов в листьях, ветвях, корнях определялось методом атомно-абсорбционного анализа (AAC-Zeenit-650).

**Результаты и их обсуждение.** Древостой тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения СПЦ (ППП №1) характеризуются в целом как «ослабленные» ( $Ln=60.25\%$ ) (табл.1). В условиях интенсивного нефтехимического и химического загрязнения происходит гибель древостоя. Под влиянием загрязнителей происходит уменьшение густоты кроны деревьев (до 36.75%) и образование достаточно большого количества мертвых ветвей (до 32.25%) от общего количества. Под влиянием загрязнения происходит образование значительных по площади хлоротических и некротических пятен на листьях. В условиях промышленного загрязнения СПЦ у тополя бальзамического поражены более 40% площади листовых пластинок. Участки поражений имеют коричневую и бурью расцветки, некротированные части высыхают. Довольно много (до 30%) энтомопоражений, локализованных преимущественно в центральной части листовой пластиинки между жилками.

Древостой на ППП №2 расположен в зоне условного контроля. В целом жизненное

Таблица 1

*Относительное жизненное состояние насаждений тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения и в зоне условного контроля Стерлитамакского промышленного центра*

№ ППП	Количество деревьев на ППП по категориям, шт.						ЖС насаждений Категория
	об- щее	здоро- вые	ослаб- лен- ные	силь- но ослаб- ленные	отми- раю- щие	сухие	
1	20	3	12	3	—	2	60.25 ослабленные
2	20	13	5	—	—	2	85 здоровые

состояние исследованного насаждения тополя бальзамического в зоне условного контроля оценено как «здравое», индекс ОЖС  $Ln=85\%$ .

По данному показателю деревья относятся к категории «здравые». Больше половины (13 шт.) ППП № 2 относится к категории «здравые», в то же время зарегистрировано небольшое количество ослабленных деревьев (5 шт.) и малое количество сухих (2 шт.).

Деревья имеют лучшую сформированную крону, чем на ППП № 1 (густота кроны 72% и меньшее количество мертвых сучьев на стволе – в среднем 23.5%). Отмечаются повреждения листьев (не более 20%, в среднем 12.04%). При исследовании корневых систем тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения СПЦ установлено, что на глубине 0–10 см отмечается снижение корненасыщенности почвы поглощающими корнями тополя бальзамического по сравнению с контролем.

Максимальная масса поглощающих корней в условиях промышленного загрязнения

наблюдается на глубинах 10–20 см (55.11 г/м<sup>2</sup>) (рис. 1). В ЗУК в слое 0–10 см поглощающих корней содержится в 2–3 раза больше, чем в условиях промышленного загрязнения.

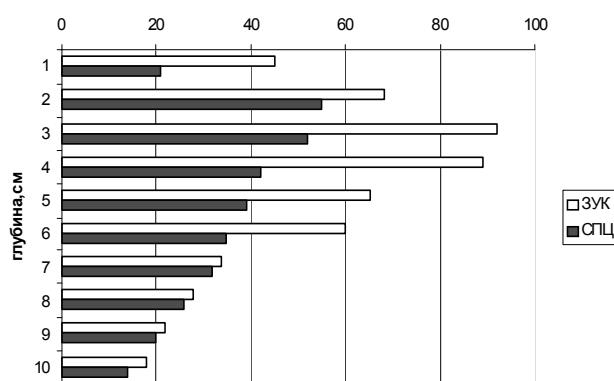


Рис. 1. Насыщенность почвы поглощающими корнями тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения Стерлитамакского промышленного центра и в зоне условного контроля

Тяжелые металлы, поступая в почву, накапливаются в поверхностном слое почвы 0–10 (20) см, где они присутствуют в форме обменных ионов, входят в состав гумусовых

Таблица 2

*Содержание металлов (мг/кг) в почвах под насаждениями тополя бальзамического Стерлитамакского промышленного центра*

Глубина, см	СПЦ					Контроль				
	Cu	Cd	Pb	Mn	Ni	Cu	Cd	Pb	Mn	Ni
0–10	307	7.5	64.7	1220	124.3	29	1.4	8.45	485	24.5
10–20	197	2.10	40.8	1104	89.4	22	0.35	6.39	490	34.3
20–30	152	0.06	25.7	1029	29.5	20	0.12	4.75	385	30.5
30–40	169	0.04	11.89	927	47.3	33.6	0.6	2.05	620	43.5
40–50	470	0.01	1.0	1247	56.7	25	0.1	2.18	348	51.2
50–60	402	0.18	12.60	1610	134	21	0.52	0.38	520	47.1
60–70	397	1.24	17.6	1241	132	19	0.48	0.19	501	42
70–80	137	1.70	15.9	1050	34	16	0.65	2.20	575	37.1
80–90	168	4.88	23.5	1007	28	17	1.4	2.46	208	36.1
90–100	170	5.70	21.04	1002	16	24	2.84	3.26	201	34.5

веществ, карбонатов, оксидов алюминия, железа и марганца [7]. Установлено, что в условиях промышленного загрязнения СПЦ в слое 0–10 см содержание Cu, Mn, Cd, Pb значительно выше, чем на глубине 20, 30, 40, 50 см. В условиях промышленного загрязнения СПЦ отмечено высокое содержание металлов в слое 0–10 см, что, вероятно, приводит к снижению доли тонких корней тополя (табл. 2).

Следует отметить, что по содержанию металлов между почвами СПЦ и ЗУК наблюдаются различия. По некоторым элементам – весьма существенные. В условиях загрязнения в слое почвы 0–10 см содержание Cu – в 11.3 раза, Mn – в 2.5 раза, Cd – в 5.5 раза, Pb – в 6.8 раза выше, чем в условиях контроля.

Установлено, что влияние и накопление металлов весьма разнообразно и зависит от их содержания в почве. В условиях промышленного загрязнения СПЦ отмечено высокое содержание металлов в слое почвы 0–10 см, что приводит к их накоплению в поглощающих корнях тополя бальзамического. Способность корней задерживать тяжелые металлы снижает их транспорт в надземные органы растений [8, 9]. В условиях промышленного загрязнения СПЦ заметно различаются по распределению металлов по органам «ослабленные» и «здоровые» деревья тополя бальзамического.

При изучении накопления Cu в листьях, ветвях и корнях у здоровых деревьев тополя в условиях промышленного загрязнения СПЦ установлено, что наибольшее количество меди накапливается в корнях (рис. 2).

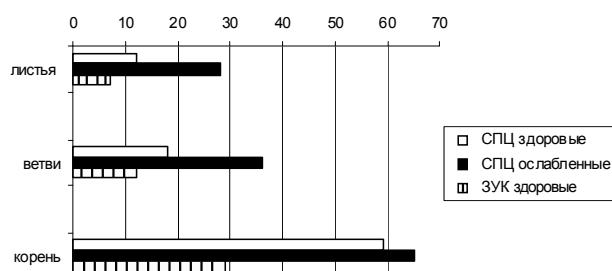


Рис. 2. Содержание Cu (мг/кг) в подземных и надземных органах тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения и в зоне условного контроля

В целом по содержанию меди в органах у здоровых деревьев образуется следующий ряд (по убыванию): корень > ветви > листья. А у ослабленных деревьев тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения СПЦ с увеличением концентрации Cu в корнях повышается его количество и в надземных органах (ветвях и листьях).

Нормальным или достаточным содержанием Cu для растений считается интервал концентраций от 5.0 до 30 мг/кг. Избыточной или токсичной концентрацией Cu для растений считается 20–100 мг/кг [10]. Медь, которая для растений является существенно важным элементом, в высоких концентрациях может оказывать токсическое действие. Для ослабленных деревьев тополя бальзамического установлены превышающие норму концентрации Cu в листьях и ветвях в условиях промышленного загрязнения СПЦ. В условиях СПЦ у здоровых деревьев тополя содержание Cu в листьях составляет 12 мг/кг, а у ослабленных – 28 мг/кг. В листьях в зоне условного контроля содержание Cu в 3–4 раза ниже, чем в условиях промышленного загрязнения СПЦ. Подобное явление наблюдалось в содержании Cu в ветвях тополя бальзамического (рис. 2). В почвогрунтах под насаждениями тополя в условиях СПЦ содержание Cu значительно и составляет 286 мг/кг. В условиях промышленного загрязнения СПЦ у здоровых деревьев тополя была обнаружена способность корневой системы удерживать Cu от переноса в листья и ветви при условии высокого ее содержания в почве.

Способность растений поглощать металлы из почвы характеризуется коэффициентом биологического поглощения (КБП) и коэффициентом биологического накопления (КБН), представляющим собой отношение содержания металла в растении к его содержанию в почве. Для тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения СПЦ и в зоне условного контроля медь является элементом слабого поглощения и среднего захвата ( $K_{BP}=0.20-0.87$ ), содержится в концентрациях, превышающих норму, в условиях СПЦ и накапливается в растениях. Показатель КБН

показывает накопление Cd в корнях тополя бальзамического как в условиях промышленного загрязнения СПЦ, так и в ЗУК. В условиях промышленного загрязнения СПЦ КБН=8.15.

На рис. 3 представлены данные по содержанию Cd в листьях, ветвях и в корнях. В условиях промышленного загрязнения СПЦ Cd эффективно поглощается как корневой системой, так и листьями. В условиях промышленного загрязнения СПЦ отмечено накопление Cd в листьях, ветвях. Установлено, что содержание Cd в листьях у здоровых деревьев тополя бальзамического меньше, чем в листьях у ослабленных деревьев.

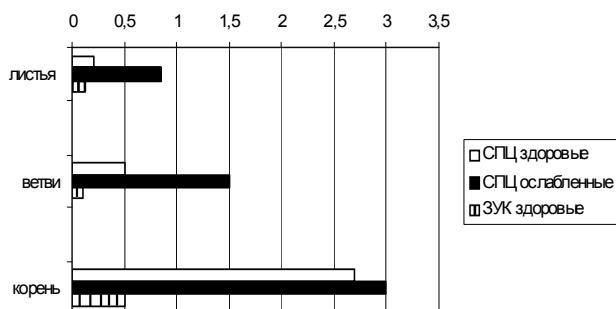


Рис. 3. Содержание Cd (мг/кг) в подземных и надземных органах тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения и в зоне условного контроля

В условиях промышленного загрязнения СПЦ в листьях и ветвях у здоровых деревьев тополя бальзамического среднее содержание Cd составляет 0.2–0.5 мг/кг, а у ослабленных деревьев – от 0.85 до 1.5 мг/кг (рис. 3). Сравнение полученных данных по содержанию Cd в листьях, ветвях и корнях показало, что наибольшие концентрации Cd отмечаются в корнях. Важную роль в защите растений от избытка поступающих из почвы в корни тяжелых металлов выполняет корневая система. В условиях промышленного загрязнения СПЦ наибольшие концентрации Cd отмечаются в корнях у здоровых деревьев тополя бальзамического, а у ослабленных деревьев с увеличением концентрации Cd в почвах наряду с возрастанием Cd в корнях повышается его количество и в ветвях, и в листьях. Видимо, у ослабленных деревьев тополя бальзамического

происходит нарушение или ослабление барьерной функции корня по отношению к Cd (рис. 3). В условиях промышленного загрязнения СПЦ и в ЗУК у здоровых деревьев не наблюдается нарушения защитного механизма и барьерной функции корня по отношению к Cd. Защищенность здоровых деревьев тополя бальзамического от избыточного поступления кадмия хорошо прослеживается в условиях промышленного загрязнения СПЦ ППП № 1. На ППП № 1 Cd локализуется главным образом в корнях и в меньших количествах – в ветвях и листьях. Расчет коэффициента биологического поглощения и накопления кадмия показал, что самые высокие величины КБП характерны для растений, выросших в более загрязненной почве. Кадмий является элементом слабого поглощения и среднего захвата, он содержится в корнях тополя бальзамического в избыточных концентрациях. В условиях промышленного загрязнения СПЦ на ППП № 1 КБП=0.82, а КБН=5.66. В ЗУК на ППП № 2 Cd содержится в концентрациях, не превышающих норму, и накапливается в корнях тополя: КБП=0.44, КБН=9. Высокие значения коэффициента накопления кадмия в корнях у здоровых деревьев тополя в условиях СПЦ и в ЗУК можно объяснить тем, что поступающий кадмий из почвы фиксируется в корнях и способен в них удерживаться, что препятствует переходу в растения, об этом свидетельствуют рассчитанные коэффициенты перехода. В условиях СПЦ и ЗУК установлены низкие значения коэффициента перехода кадмия из корней в надземную часть у здоровых растений ( $K_p=0.19-0.25$ ), а у ослабленных деревьев тополя бальзамического – высокие ( $K_p=0.55-0.76$ ).

Анализируя многолетние данные о количественном содержании кадмия в различных органах у здоровых и ослабленных деревьев тополя бальзамического, установлено, что у здоровых деревьев тополя наблюдается существенная разница между содержанием кадмия в листьях, ветвях и корнях.

Загрязнение почвы и атмосферы тяжелыми металлами ведет к повышению их содер-

жания во всех органах тополя бальзамического. В условиях промышленного загрязнения СПЦ и в ЗУК у здоровых деревьев тополя бальзамического наблюдается барьерная функция корней по отношению к соединениям Cu, Cd, о чем свидетельствуют рассчитанные КБН и Кп. Новизна задачи обусловлена тем, что особенности биологического поглощения и биологического накопления тяжелых металлов в корнях тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения до настоящего времени мало изучены. В то же время полученные результаты позволяют предположить, что тополь бальзамический в условиях промышленного загрязнения СПЦ способен активно поглощать металлы не только из почвы, но и из атмосферного воздуха.

Таким образом, установлено, что в условиях промышленного загрязнения СПЦ жизненное состояние насаждений тополя бальзамического оценено как «ослабленное» вследствие влияния на них большого количества вредных веществ, выбрасываемых близлежащими предприятиями (АО) «Сода», (АО) «Каустик», АО «Каучук», примыкающего к нему Стерлитамакского нефтехимического завода (СНХЗ). В условиях СПЦ отмечается снижение поглощающих корней на глубине 0–10 см, что связано с высоким содержанием металлов в почве и их токсичностью. Основное количество поглощающих корней в ЗУК сосредоточено в верхних слоях почвы. В условиях промышленного загрязнения СПЦ корни у здоровых деревьев тополя бальзамического способны поглощать большое количество металлов из почвы. Ограничение транспорта металлов корневой системой деревьев способствует сохранению в надземных органах благоприятных концентраций химических элементов. У ослабленных деревьев тополя бальзамического с увеличением концентрации тяжелых металлов в корнях повышается количество металлов и в надземных органах (ветвях и листьях). Высокое содержание тяжелых металлов в почвах под насаждениями тополя бальзамического негативно отражается на ОЖС деревьев. Несмотря на ухудшение жизненного состояния деревьев

тополя бальзамического в условиях промышленного загрязнения СПЦ, насаждения выполняют средозащитную функцию.

## ЛИТЕРАТУРА

- Smith W.H. Lead contamination of roadside woody plants// Environ. Sci. Technol. 1973. № 7. P. 631–366.
- Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 125 с.
- Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.
- Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. М.: Мир, 1979. 200 с.
- Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / под ред. В.А. Алексеева. Л.: Наука, 1990. 200 с.
- Рахтеенко И.Н., Якушева Б.И. Комплексный метод исследования продуктивности корневых систем и организмов ризосфера: международный симпозиум. Л.: Наука, 1968. С. 174–178.
- Хазиев Ф.Х., Багаутдинов Ф.Я., Сахабутдинова А.З. Экотоксиканты в почвах Башкортостана. Уфа: Гилем, 2000. 620 с.
- Wagner G.L. Accumulation of cadmium in crop plants and consequences to human health // Adv. Agron. 1993. V. 51. P. 173–212.
- Grant C.A., Buckley W.T., Bailey L.D., Selles F. Cadmium accumulation crops // Can. J. Plant Sci. 1998. V. 78. P. 1–17.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. С. 191–201.

## References

- Smith W.H. Lead contamination of roadside woody plants. Environ. Sci. Technol., 1973. No. 7, pp. 631–366.
- Kulagin Yu.Z. Woody plants and industrial environment. Moscow, Nauka, 1974. 125 p.
- Nikolaevskiy V.S. Biological basis of gas resistance in plants. Novosibirsk, Nauka, 1979. 280 p.
- Guderian R. Air pollution. Russian edition. Moscow, Mir, 1979. 200 p.
- Forest ecosystems and air pollution. V.A. Alekseev (ed.). Leningrad, Nauka, 1990. 200 p.
- Rakhteenko I.N., Yakusheva B.I. Integrated method for studying root productivity and rhizospheric organisms. Mezhdunarodnyy simpozium. Leningrad, Nauka, 1968, pp. 174–178.
- Khaziev F.Kh., Bagautdinov F.Ya., Sakhabutdinova A.Z. Eco-toxicants in soils of Bashkortostan. Ufa, Gilem, 2000. 620 p.

8. Wagner G.L. Accumulation of cadmium in crop plants and consequences to human health. *Adv. Agron.*, 1993, vol. 51, pp. 173–212.
9. Grant C.A., Buckley W. T., Bailey L.D., Selles F. Cadmium accumulation crops. *Can. J. Plant Sci.*, 1998, vol. 78, pp. 1–17.
10. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soils and plants. Russian edition. Moscow, Mir, 1989, pp. 191–201.



## **CURRENT STATUS OF BALSAM POPLAR (*Populus balsamifera* L.) PROTECTIVE PLANTINGS UNDER CONDITIONS OF THE STERLITAMAK INDUSTRIAL CENTRE: ACCUMULATION OF METALS IN ORGANS OF HEALTHY AND WEAKENED TREES**

© R.Kh. Giniyatullin, A.Yu. Kulagin

Ufa Institute of Biology, RAS,  
69, prospect Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

This paper presents materials on assessing the relative vital status of balsam poplar (*Populus balsamifera* L.) and its ability to accumulate metals by overground and underground organs under environmental pollution in the Sterlitamak Industrial Centre (SIC). It is found that the relative vital status of balsam poplar plantings can be classified as «weakened» (% Ln=60.25). Under the effect of pollutants, a decrease in the density of crowns (to 36.75%) occurs with a considerable amount of dead branches (to 32.25% of the total).

As a result of our research, a decrease is shown in the number of balsam poplar absorbing roots under conditions of industrial pollution in the SIC.

It is also revealed that under conditions of industrial pollution in the SIC healthy roots of balsam poplar are capable of absorbing large amounts of metals from the soil, thereby preventing their ingress into the overground plant organs.

Key words: balsam poplar, category of vital status, absorbing roots, metals, Sterlitamak Industrial Centre.

## ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПОДОФИЛЛОТОКСИНА В БАШКИРСКОЙ ФЛОРЕ

© Р.М. Баширова, А.Г. Мустафин

Для импортозамещения сырья, используемого в производстве противоопухолевых и противовирусных препаратов на основе арилтетралиновых лигнанов, предложено использовать легко возобновляемые источники: *Anthriscus sylvestris* и трутовые грибы рода *Trametes*. Основное активное соединение *A. sylvestris* – дезоксиподофиллотоксин (дезоксиРТОХ) оказывает антипролиферативное, противоопухолевое, противовирусное, противовоспалительное и противоаллергическое свойства. ДезоксиРТОХ может быть использован в качестве предшественника для синтеза эпиподофиллотоксина, исходного материала для противоопухолевых препаратов, таких как «*Vepesid* ®», «*Teniposide*» и «*Reumacon* ®».

**Ключевые слова:** *Podophyllum spp.*, арилтетралиновые лигнаны, подофиллотоксин РТОХ, купырь лесной, *Anthriscus sylvestris*.

**Арилтетралиновые лигнаны и их производные в современной медицине.** Онкологические заболевания занимают второе место среди причин смерти в Российской Федерации и составляют 15.5% от общего числа умерших. В 2014 г. в России было выявлено 566 970 новых случаев злокачественного новообразования (54.2% у женщин, 45.8% у мужчин), что на 21.1% больше по сравнению с 2004 г. На конец 2014 г. в территориальных онкологических учреждениях России состояли на учете 3 291 035 больных. Совокупный показатель распространенности составил 2252.4 на 100 000 населения. Ведущими локализациями в общей структуре онкологической заболеваемости являются: кожа (12.6%, с меланомой – 14.2%), молочная железа (11.6%), трахея, бронхи, легкое (10.2%), желудок (6.7%), ободочная кишка (6.6%) [1]. Кроме того, общее число россиян, инфицированных ВИЧ, зарегистрированных на 31 декабря 2015 г., достигло 1 006 388 человек. Из них умерло в 2015 году 27 564 человека, по данным формы мониторинга Роспотребнадзора «Сведения о мероприятиях по профилактике

ВИЧ-инфекции, гепатитов В и С, выявлению и лечению больных ВИЧ» [2]. Указанное делает актуальным производство препаратов для лечения онкозаболеваний и ВИЧ-ассоциированных заболеваний, в частности, препаратов на основе подофиллотоксина (РТОХ).

Подофиллотоксин ( $(7\alpha,7'\alpha,8\alpha,8'\beta)$ -7-гидрокси-3',4',5'-триметокси-4,5-метилендиокси-2,7'-циклоглициано-9',9'-лактон) – противоопухолевое средство неалкалоидной природы – арилтетралиновый лигнан, получаемый экстракцией из корневищ и корней представителей рода Ноголист *Podophyllum* [3, 4].

Арилтетралиновые лигнаны характеризуются высокой антивирусной [5], в частности анти-HIV активностью [6, 7], противогрибковой активностью против возбудителей микроспории (*Microsporum canis* и *M. gypseum*), трихофитии (*Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum*) и *Epidermophyton floccosum* [8], возбудителей кандидоза *Candida albicans* [9].

Сырьем служит корневая система подофилла щитовидного *Podophyllum peltatum* L. (североамериканского вида) и азиатских видов – подофилла шеститычинкового

БАШИРОВА Раиса Минниуловна – к.б.н., Башкирский государственный университет,  
e-mail: bashirovarm@mail.ru

МУСТАФИН Ахат Газизьянович – д.х.н., Башкирский государственный университет,  
e-mail: agmustafin@gmail.com

Таблица 1

## Структурные формулы производных подофильтоксина

			пикро-изо-изопикро-	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
Подофильтоксин	OH	H	CH <sub>3</sub>	H
Дезоксиподофильтоксин	H	H	CH <sub>3</sub>	H
4'-диметилподофильтоксин	OH	H	H	H
4'-диметилэпиподофильтоксин	H	OH	H	H
α-пельтатин	H	H	H	OH
β-пельтатин	H	H	CH <sub>3</sub>	OH

*P. hexandrum* (*s. P. emodi* Wall. ex Hook. f. & Thomson) и подофильтоксин сиккимского *P. sikkimense* Chatterjee & Mukerjee [10–12]. Представители рода *Podophyllum* наряду с подофильтоксином содержат следующие соединения: кверцетин, D-глюкозид подофильтоксина, α-4-диметил-РТОХ, дезокси РТОХ, изо-пикроподофильтон, подофильтоксон, 4-диметилдеокси-РТОХ и пр. [13, 14].

Индийцы Северной Америки использовали порошок корней *P. peltatum* в качестве слабительного средства, а также для лечения бородавок, опухолевых образований и воспалительных заболеваний кожи. В настоящее время препараты *P. peltatum* используются для лечения наружных остроконечных кондилом и вульгарных бородавок [15, 16]. К производным РТОХ чувствительны лимфомы, острый миелолейкоз, а также злокачественная опухоль с многоочаговым характером роста – саркома Капоши, вызванная либо вирусом герпеса человека VIII типа, либо ассоциированная с ВИЧ-инфекцией [17].

Сыре гималайского *P. hexandrum* характеризуется меньшим содержанием α-пельтатина, что упрощает процесс выделения РТОХ (по сравнению с американским *P. peltatum*). В смоле североамериканских видов содержится около 10%, в индийских видах – 40% подофильтоксина [18].

*P. peltatum* входит в фармакопею США (с 1820 г.), Британскую (с 1948 г.) и Европейскую фармакопеи. *Podophyllum hexandrum* включен в фармакопею Индии [19], Китая [20], Южной Кореи, Японии [21].

В настоящее время Россия закупает препараты подофильтоксина в США, Индии, Китае и странах Европы. Но в соответствии с планом мероприятий по импортозамещению в отрасли фармацевтической промышленности (утв. приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 марта 2015 г. № 656), к 2020 г. в РФ должно быть осуществлено импортозамещение этопозида.

Ранее в СССР производился препарат «подофилин» – смесь природных соединений, экстрагируемых из корневищ с корнями *Podophyllum peltatum*. Препарат использовался для подавления пролиферативных процессов в тканях, при лечении папилломатоза горла, папиллом мочевого пузыря и пр. [22]. Для наружного применения в России зарегистрированы раствор и крем подофильтоксина: «Кондилин» (Condyline) – 0.5% раствор и «Вартек» (Wartec) – 0.15% крем.

Состав «подофилина» чрезвычайно вариабелен, что приводило к осложнениям в процессе лечения. Фракционный состав лигнанов не регламентировался. Содержание по-

дофиллина и подофильтоксина определяли гравиметрическим методом с использованием соответствующих растворителей. Поэтому в 60-х гг. прошлого века интенсифицировались исследования, направленные на изучение его ингредиентов. Были изучены фармакологические эффекты ведущего ингредиента смолы – подофильтоксина – и оценены эффекты действия его гликозилированных производных.

За рубежом известно множество препаратов, действующим веществом которых является либо сам РТОХ, либо его полусинтетические производные этопозид (VP-16, Vepesid®), тенипозид (Teniposide), этопофос (Etopophos®), тафлупозид (Tafluposide), азатоксин (Azatoxin) [23–25].

Этопозид (рис. 1) известен на медицинском рынке с 1983 г. Он оказывает фазоспецифичное цитотоксическое действие, в высоких концентрациях (10 мкг/мл и более) вызывает лизис клеток, входящих в стадию митоза. В концентрациях <10 мкг/мл тормозит вступление клеток в профазу митоза [26]. Преvalирующим эффектом этопозида является ингибирование активности топоизомеразы II (нарушение процесса репликации ДНК, торможение клеточного цикла, задержку пролиферации клеток) [27]. Vepesid® подавляет рост опухолевых клеток, резистентных к таким цитостатикам, как цисплатин, циклофосфан, винクリстин, адриамицин и рубомицин. Также отмечается терапевтический синергизм при сочетании со многими другими противоопухолевыми препаратами – цисплатином, циклофосфаном, что в совокупности с указанными выше свойствами обосновывает повышение во многих случаях эффективности цитостатика при использовании в клинике в программах комбинированной химиотерапии.

Водорастворимая инъекционная форма вепезида – этопофос или этопозида фосфат (Etopophos, Etoposide phosphate). Указанная лекарственная форма позволяет вводить препарат внутривенно в минимальном объеме 5% глюкозы без длительных капельных инфузий [28].

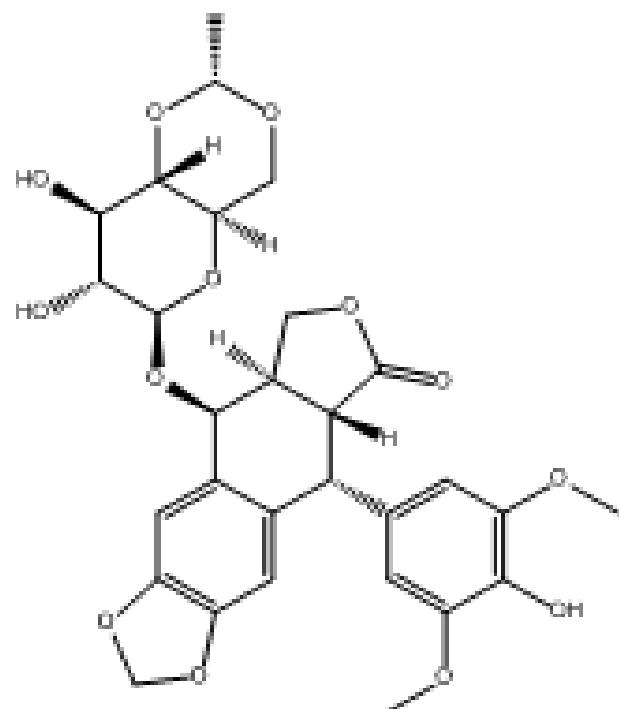


Рис. 1. Этопозид – ингибитор топоизомеразы II

В РФ этопозид внесен в список «Жизненно необходимых важнейших лекарственных препаратов».

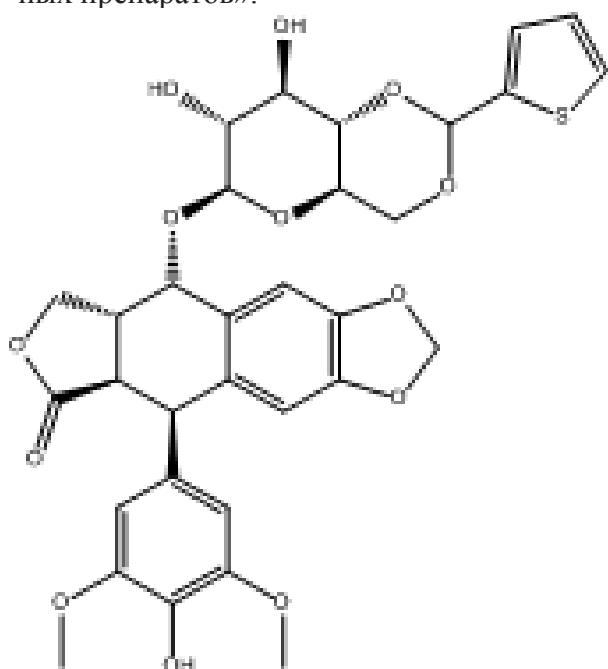


Рис. 2. Тенипозид s. VUMON® – ингибитор топоизомеразы II

Тенипозид (Вумон™) (рис. 2) применяется при мелкоклеточном и немелкоклеточном раке легкого, злокачественных опухолях голов-

ного мозга (в комплексе с лучевой терапией), лимфомах, резистентных к лечению антрациклинами, при резистентных формах острого лейкоза у детей и взрослых, метастатическом раке мочевого пузыря [29].

Тафлупозид – новый полусинтетический цитостатический препарат, являющийся одновременно ингибитором обоих типов топоизомераз – I и II, используется при остром миелобластном лейкозе [30]. Обладает более сильным противоопухолевым эффектом, но и большей токсичностью, чем этопозид и тенипозид [31].

Проходит клинические испытания в Швеции, Финляндии, Норвегии и Швейцарии препарат на основе дibenзилиденового глюкозида подофиллотоксина «Reumacon®» для лечения ревматоидного артрита. Это нестероидное противоревматическое средство, обладающее высоким сродством к глюкокортикоидным рецепторам. Применение приводит к снижению кортизола в сыворотке и моче, адренокортикотропного гормона АКТГ в плазме и сыворотке крови, интерлейкина-6 (IL-6) и фактора некроза опухоли-альфа (ФНО-альфа) [32].

**Альтернативные источники производных подофиллотоксина.** Вместе с тем производство РТОХ из индийских видов *Podophyllum* является дорогостоящим, особенно из сырья, собранного в природе, запасы которого довольно ограничены. Выращивание растения нерентабельно, поскольку период роста длится 5–7 лет. Фактически *P. hexandrum* является исчезающим видом в западных Гималаях [33]. В соответствии с международной конвенцией «О международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения» (CITES) во избежание ущерба природным популяциям индийского подофилла запрещен экспорт дикорастущего сырья [34]. Индийский подофилл включен в Красную книгу Индии [35], Китая [36]; в Непале *P. hexandrum* внесен в список уязвимых видов.

Официальным источником РТОХ в России ранее являлись корневища с корнями подофилла, с фитохимической точки зрения

были изучены корневища и корни подофилла (ФС 42-1475-89 «Подофилл корневища с корнями»). Цельное сырье должно было содержать не менее 3% Resina *Podophylli* – смолы подофилла (s. подофиллина); подофиллотоксина в подофиллине не менее 40%.

Подофиллин был разрешен к применению в советской научной медицине как вспомогательное средство при лечении папилломатоза гортани, некоторых форм кондилом и лимфангиом, а также при папилломах мочевого пузыря. Употребление подофиллина оказалось эффективным после хирургического удаления папиллом из мочевого пузыря для профилактики их рецидивов.

В СССР в 60–80-х гг. XX в. проводились масштабные интродукционные исследования представителей рода *Podophyllum*, кроме подофилла щитовидного в нашей стране был интродуцирован подофилл гималайский *P. emodii* Wall., родиной которого являются горные леса Кашмира. Промышленные плантации *P. hexandrum* и *P. peltatum* были созданы в Ленинградской, Московской областях, в Крыму, на Кавказе [37, 38]. Однако данный вид сырья в силу низкой рентабельности отечественной культуры в настоящее время не конкурентоспособен.

Введение растения в культуру даже в условиях Индии – достаточно сложный процесс. Семена индийского *P. hexandrum* прорастают в течение 1–4 месяцев при температуре 15°C. При обработке свежесобранных семян раствором гиббереллина GA<sub>3</sub> сеянцы прорастают в течение 2.5 месяца [39]. Сеянцы добрашаивают в течение двух лет в условиях закрытого грунта и только после этого высаживают на постоянное место. Заготовки сырья ведут на пятый год.

Продуктивность плантаций подофилла, выращиваемого в Непале из черенков, составляет 74–121 г/м<sup>2</sup> [40].

К тому же для биосинтеза РТОХ чрезвычайно важен уровень инсоляции (доля коротковолнового излучения, продолжительность светового дня и пр.). Так, изучение влияния освещенности на развитие, фотосинтез и накопление РТОХ эндемичными растениями

Таблица 2

## Растения-источники РТОХ [45 с дополнениями]

Семейство	Вид
Кипарисовые <i>Cupressaceae</i>	<i>Callitris drummondii</i> (Parl.) F. Muell.
	Можжевельник казацкий <i>Juniperus sabina</i>
	М. казацкий <i>J. sabina</i> var. <i>tamariscifolia</i>
	М. виргинский <i>J. virginiana</i>
	М. китайский <i>J. chinensis</i>
	М. сибирский <i>Juniperus sibirica</i> Burgsd
	М. барбадосский <i>J. barbadensis</i> var. <i>lucayana</i>
	М. повислый <i>J. recurva</i> Buch.-Ham. ex D. Don
	М. скальный <i>Juniperus scopulorum</i>
	Тuya западная <i>Thuja occidentalis</i> [46]
Барбарисовые <i>Berberidaceae</i>	Кипарисовик туполистный <i>Chamaecyparis obtusa</i>
	Либоцедрус оперенный <i>Libocedrus plumosa</i>
	Двулистник щитковидный <i>Dyphyllea cymosa</i>
	Д. Грея <i>D. grayi</i>
	Д. китайский <i>D. sinensis</i> Li [47]
	Джефферсония <i>Jeffersonia diphylla</i>
	Подофилл гималайский <i>Podophyllum hexandrum</i>
	П. щитовидный <i>Podophyllum peltatum</i>
	П. <i>Podophyllum pleianthum</i>
	П. <i>Podophyllum versipellis</i>
Бурзеровые <i>Burseraceae</i>	Бурзера душистая <i>Bursera fagaroides</i> var. <i>fagaroides</i> [48]
	Коммифора мирра <i>Commiphora myrrha</i>
Эрнандиевые <i>Hernandaceae</i>	Эрнандия яйцевидная <i>Hernandia ovigera</i> [49]
	Бриделия <i>Bridelia ferruginea</i>
Молочайные <i>Euphorbiaceae</i>	Истод <i>Polygala polygama</i>
	Хиптис <i>Hyptis verticillata</i>
Льновые <i>Linaceae</i> (генно-модифицированные)	Лен белый <i>Linum alba</i>
	Л. головчатый <i>L. capitatum</i>
	Л. желтый <i>L. flavum</i>
	Л. древовидный <i>L. arboreum</i> (s. <i>Linum caespitosum</i> Sm.)
	Л. колокольчиковый <i>Linum campanulatum</i>
	Л. <i>Linum elegans</i> Spruner ex Boiss.
	Л. <i>Linum rumpflicum</i>
	Л. линейнолистный <i>Linum linearifolium</i> Jáv.

*Dysosma versipellis* (Hance) M. Cheng ex Ying (семейство *Berberidaceae*) показало, что световой режим является важнейшим экологическим фактором, способствующим успешному сохранению вида *ex-situ*. Оптимальный рост, фотосинтетическая активность и производство производных РТОХ наблюдались при интенсивности света, равной 30% от полного солнечного света. При интенсивной инсоляции (100% от природного уровня) в июле отмечалось отмирание листьев *D. versipellis*, новые листья появились в августе. На основании проведенных экспериментов Zhao Y. с соавторами рекомендовали для повышения продуктивности растений и эф-

фективности коммерческого выращивания использовать освещение от 10 до 50% от интенсивности полного солнечного света [41].

В то же время самая высокая и стабильная концентрация дезоксиРТОХ – общего предшественника РТОХ и β-пельтатина – наблюдалась с увеличением градиента света [41].

Очевидно, что для успешного переноса растений-продуцентов биологически активных веществ из одной географической среды в другую необходимо учитывать весь комплекс экологических факторов, ряд которых практически невозможно воспроизвести.

Так, на содержание арилтетралиновых лигнанов в *Sinopodophyllum hexandrum* вли-

РТОХ продуцирующие эндофитные грибы и растения-хозяева

Эндофитный гриб	Растение-хозяин	Выход РТОХ
<i>Alternaria</i> sp.	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i> ( <i>=Podophyllum hexandrum</i> )	
<i>Alternaria</i> sp.	<i>Sabina vulgaris</i>	
<i>Alternaria neesex</i>	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	2.4 $\mu\text{г}/\text{л}$
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Sabina recurva</i> ( <i>=Juniperus recurva</i> )	28 $\mu\text{г}/\text{г}$
<i>Monilia</i> sp.	<i>Dysosma veitchii</i>	
<i>Penicillium</i> sp.	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	
<i>Penicillium</i> sp.	<i>Diphylleia sinensis</i>	
<i>Penicillium</i> sp.	<i>Dysosma veitchii</i>	
<i>Penicillium implicatum</i>	<i>Diphylleia sinensis</i>	
<i>Penicillium implicatum</i>	<i>Dysosma veitchii</i>	
<i>Phialocephala fortinii</i>	<i>Sinopodophyllum peltatum</i>	0.5–189 $\mu\text{г}/\text{л}$
<i>Trametes hirsuta</i>	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	30 $\mu\text{г}/\text{г}$

яют такие экологические факторы, как среднегодовое количество осадков, средние температуры июля, безморозный период, продолжительность солнечного сияния, pH почвы, содержание гумуса и доступного калия. Положительная корреляция наблюдалась между годовой продолжительностью солнечного сияния и безморозного периода и содержанием в растениях производных РТОХ [42].

Ограниченнность ресурсов заставила искать новые источники сырья. В настоящее время РТОХ обнаружен в 88 представителях порядка сосновых *Pinales* и других голосеменных *Gymnospermae* (табл. 2). Так, представители тропической флоры Америки – деревья рода Бурзера *Bursera* sp. продуцируют дезоксиРТОХ и  $\alpha$ -метиловый эфир  $\alpha$ -пельгатин [43, 44].

Арилтетралиновые лигнановые соединения обнаружены также в представителях семейств губоцветных (дубровник *Teucrium*, котовник *Nepeta*, хиптис *Huptis*, тимьян *Thymus*) [50, 51].

На активность биосинтеза подофиллотоксина растениями *P. peltatum* и *Juniperus* spp. влияют эндофиты *Phialocephala fortinii* и *Fusarium oxysporum* [52]. Показано, что эндофит фиалоцефала *P. fortinii*, выделенный из корней подофилла щитовидного, продуцирует до 189 мкг/л подофиллотоксина. В табл. 3 приведены наиболее изученные эндофитные организмы и их хозяева.

**Биотехнологические методы получения производных подофиллотоксина.** Альтерна-

тивой получению РТОХ из дикорастущего сырья являются биотехнологические производства культур клеток растений [53]. Первые эксперименты с культурой тканей *P. hexandrum* показали, что каллусная культура накапливает 0.1% РТОХ, в 40 раз ниже, чем нативное растение. Причем культура отличалась морфологической неоднородностью – темно-коричневые клетки культуры накапливают 0.3% РТОХ, а светлые, зеленеющие клетки частично или полностью теряют способность к синтезу арилтетралиновых лигнанов [54].

Варьируя состав ростовой среды, элиситоров и прекурсоров, удалось довести содержание продукта в клеточных суспензиях *P. hexandrum* до 48.8 мг/л, с соответствующей объемной производительностью 0.80 мг/л\*сут. [55].

В настоящее время для получения РТОХ используют каллусную или супендированную культуру генно-модифицированных растений. Эта технология позволяет регулировать процесс биосинтеза как путем изменения состава культуральной среды, режима освещения, так и воздействия различного рода элиситорами. В экспериментах была установлена зависимость накопления производных РТОХ от природы и концентрации элиситора – маннана, хитозана, метилжасмоната, анцимидола, салициловой кислоты, экстрактов грибов (*Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizopus stolonifer* и др.) [56, 57].

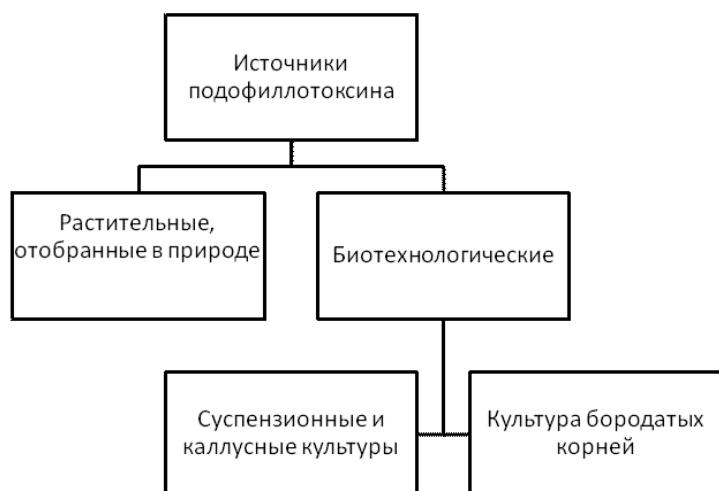


Рис. 3. Основные источники получения РТОХ

Как промышленный источник РТОХ рассматривают представителей рода *Linum* [58, 59]. В каллусной культуре *L. linearifolium* [60], *L. album* и *L. persicum* [61] продуцируют 6-метоксиРТОХ, 6-метокси-РТОХ-ацетат, 6-метоксиРТОХ-β-D-глюкозид и пр.

Культивирование волосатых корней льна белого *Linum album*, модифицированных с помощью бактерий *Agrobacterium rhizogenes* NCIM 5140, позволило достичь выхода подофилютотоксина 4.40–2.75 мг/л\*сут. [62].

**Потенциальные источники противоопухолевых лигнанов в Республике Башкортостан.** В РБ известны следующие потенциальные источники противоопухолевых лигнанов: можжевельник обыкновенный *Juniperus communis* L., дубровник чесночный *Teucrium scordium*, представители рода *Thymus* и два представителя зонтичных – купырь *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm и бутень Прескотта *Chaerophyllum bulbosum* L. subsp. *prescottii* (DC.) Nyman (syn. *Anthriscus prescottii* (DC.) Veesenmeyer).

Надземная масса тимьянов, произрастающих в Башкортостане, слишком мала, чтобы рассматривать их как промышленный источник. Дубровник чесночный *T. scordium* – многолетнее травянистое растение, занесенное в Красную книгу Республики Башкортостан как вид, находящийся под угрозой исчезновения. Сведений о биологической активности не нашли, однако известно, что близкий вид – дубровник белый *Teucrium polium* – обладаетши-

роким спектром биологической активности (антиоксидантной, противоопухолевой, противовоспалительной) [63].

Можжевельник казацкий – реликт Южного Урала, ранее был включен во 2-е издание Красной книги РБ. Можжевельники, несмотря на высокое содержание в хвое производных РТОХ, не могут рассматриваться как перспективные источники арилтетралиновых лигнанов, поскольку имеют ограниченные запасы и тяжело возобновляются.

Как источник подофилютотоксина представляет интерес базидиальный гриб *Trametes hirsuta* (Wulfen.) Pilb (сем. *Polyporaceae*), продуцирующий экстрацеллюлярную лакказу в условиях жидкофазного губинного культивирования [64]. Привлекает возможность его выращивания на отходах деревообработки.

*A. sylvestris* – представитель семейства *Apiaceae* (syn. *Umbelliferae*), триба *Scandiceae* Drude, section *Cacosciadium* Rchb. В Башкортостане *A. sylvestris* (морковник лесной) встречается в естественных и антропогенных нитрофильных сообществах затененных мест и опушек в лесопарках, скверах, в поймах рек и ручьев, вrudеральных и полуестественных сообществах высокорослых мезофильных и нитрофильных многолетников [65]. *A. sylvestris* – довольно крупное растение с толстым вертикальным корнем. Стебель высотой 50–180 см.

Какrudеральное растение, купырь легко вводится в культуру [66]. Известны декоративные сорта купыря ‘Broadleas blush’, ‘Kabir’ и ‘Крыло ворона’ (‘Ravenswing’), характеризующийся интенсивным накоплением антицианов. Соотношение надземной массы и массы корней, содержащих большее количество производных РТОХ, можно регулировать внесением азотных удобрений [67].

Корневая система представителей рода Купырь содержит ряд производных подофилютотоксина – 4-дезоксиРТОХ (антрицин), предшественник РТОХ – ятеин (рис. 4), ангидроподоризол (рис. 5), сильвестрин, оказывающих противоопухолевое действие [68, 69].

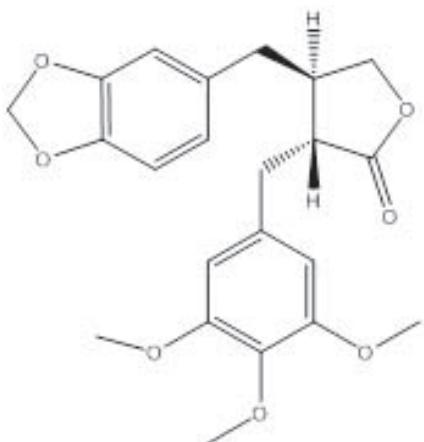


Рис. 4. (-)-ятеин (дигидроангидроподоризол)

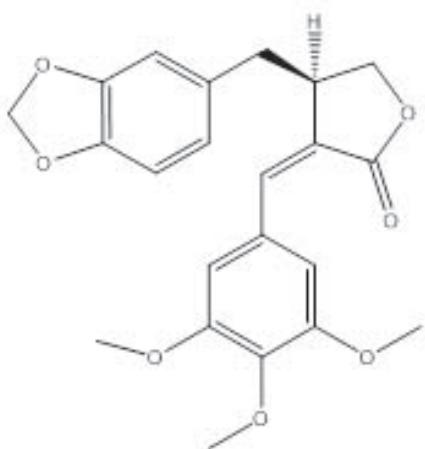


Рис. 5. Ангидроподоризол

Эксперименты по выращиванию купыря в условиях закрытого грунта показали, что через пять месяцев выращивания *A. sylvestris* сухая масса корней колебалась от 0.43 до 0.52 г, надземной массы от 0.36 до 3.57 г. Содержание антристцина колебалось в корнях от 0.049 до 0.114% на сухой вес, в надземной массе – от 0.031 до 0.0086% на сухой вес. Содержание дезоксиРТОХ в корнях колебалось от 0.191 до 0.232% на сухой вес растения [70].

Накопление производных подофиллотоксина в растениях купыря зависит от условий произрастания, судя по результатам Acquaia S.D. с соавт., решающую роль играет уровень инсоляции.

Корень купыря использовали в английской народной медицине для лечения опухолевых заболеваний кожи. В японской традиционной медицине корни под названием «Zengo» использовали как отхаркивающее, жаропонижающее, болеутоляющее, мочегонное средство, а молодую надземную часть растения использовали в пищу [72]. В народной медицине Ирландии и Туниса *A. sylvestris* – средство для лечения головных болей [73], а в Сербии – это мочегонное и тонизирующее средство [74]. В Азии корни традиционно использовались в качестве жаропонижающего, обезболивающего, мочегонного и отхаркивающего средства. В Индии *A. sylvestris* используется для лечения ревматизма и других воспалительных заболеваний [75].

В российской народной медицине считается, что купырь обладает успокаивающим, болеутоляющим, спазмолитическим противосудорожным (противоэпилептическим), противовоспалительным, антисептическим, антибактериальным, противовирусным, антиоксидантным и противоглистным свойствами.

Антристцин (дезоксиРТОХ) из *Anthriscus sylvestris* тормозит рост опухолевых клеток молочной железы путем ингибирования Akt/mTOR сигнальной системы, усиления эффектов апоптоза и ингибирования аутофагии [76]. Таким образом, мишенью антристцина является mTOR – серин-треониновая киназа, ответственная за инициацию трансляции мРНК и синтез белков в рибосомах, необходимых для

## Таблица 4

*Содержание дезоксиподофиллотоксина (дезокси-РТОХ) в различных частях *Anthriscus sylvestris* [70]*

Высота над уровнем моря, м	Часть растения	Содержание ДПТ, г/100 г сухого веса
900	Цельное растение	0.26±0.004
	Надземная часть (стебли, листья)	0.13±0.003
	Корни	0.38±0.005
1200	Цельное растение	0.56±0.001
	Надземная часть (стебли, листья)	0.330±0.001
	Корни	0.78±0.004

пролиферации клеток, регуляции клеточного цикла и клеточного метаболизма. Киназа mTOR является центральным регулятором пролиферации за счет интеграции сигналов от ростовых факторов, питательных веществ и уровня энергии.

Лигнаны и кумарины *A. sylvestris* активируют каспазу-3, инициирующую процессы апоптоза опухолевых клеток [77], ингибируют циклин-зависимую киназу в лейкозных клетках человека [78].

Разработана биотехнология получения РТОХ из культуры клеток *A. sylvestris* [79, 80]. Принципиально новой технологией в области синтеза лигнановых соединений можно считать использование трансгенных микрорганизмов, полученных с помощью техники рекомбинантных ДНК. Представляет интерес методика получения трансгенного *A. sylvestris* путем интеграции в геном растения гена цитохрома P450 3A4 человека (рис. 6). В результате растение приобретало способность трансформировать дезоксиРТОХ в эпиРТОХ и подофилютоксин [81].

Содержание дезоксиподофилютоксина в воздушной части регенерированных растений колебалось от 0.6 до 1.2 мг/мг на сухой вес (DW). В корнях содержание дезоксиподофилютоксина составляло 0.3–0.7 мг/мг на сухой

вес [83]. В листьях растений, собранных в природе, содержание искомых лигнанов составляло 0.3–0.5 мг/мг на сухой вес; в корнях 1.4–1.5 мг/мг. По качественному составу лигнаны регенерированных растений не отличались от состава произрастающих в природе (табл. 4).

В образцах *A. sylvestris*, отобранных в Нидерландах, максимальное содержание РТОХ было определено в растениях, отобранных на второй год вегетации (в марте): 0.15% / сухой вес корней; 0.03% в надземной части. В растениях, выращенных в условиях закрытого грунта, самая высокая концентрация в корнях (0.14%/вес) в апреле и в июле в надземной части растений первого года вегетации (0.05%/вес) [81].

Фармакологические эффекты экстракта из волосатых трансгенных корней, полученных в результате трансформации *Agrobacterium rhizogenes* купыря лесного, сопоставимы с эффектами нативных растений.

Другое зонтичное растение, близкое по своим биохимическим характеристикам к купырю, – бутень Пресскотта *Chaerophyllum prescottii* – заслуживает более глубокого изучения на предмет наличия цитотоксических лигнанов, так как, по данным литературы, клубни близкого растения – бутеня золотистого *Ch. aureum* – содержат дезоксиподори-

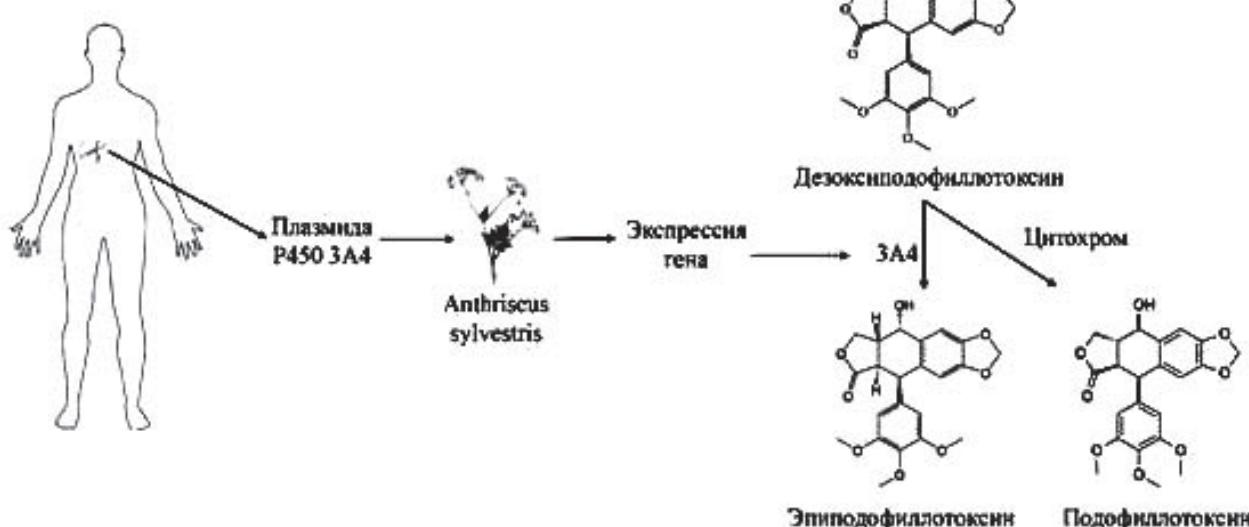


Рис. 6. Схема получения трансгенного *Anthriscus sylvestris*, трансформированного цитохромом P450 3A4 человека. Экспрессия P450 3A4 приводила к гидроксилированию дезоксиРТОХ растением в эпиподофилютоксин [81]

*Содержание производных подофилютоксина в генетически трансформированных и диких растениях A. sylvestris [81]*

Концентрация производных подофилютотоксина, мг/мг сухого веса				
генетически модифицированные растения		растения, отобранные в природе		
	надземная часть	корень	надземная часть	корень
ДезоксиРТОХ	0.105		0.3–0.5	1.4–1.5
РТОХ	0.006–0.133		0.006–0.011	<0.01–0.019
Epi-РТОХ	0.0006–0.0036			

зон, дезоксиподофилютотоксин. В растениях *Ch. maculatum* обнаружен лигнан керофиллин [83], также обладающий широким спектром биологической активности. Керофиллин (3E)-4-(3,4-диметоксибензил)-3-(3,4-диметоксибензидилен)дигидро-2(3Н)-фуранон защищает печень от повреждения при действии гепатотоксинов, что подтверждается снижением активности аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансаминазы, а также улучшением гистологической архитектуры. Кроме того, керофиллин подавляет воспаление путем снижения активности фактора некроза опухоли TNF-alpha [84].

Бутень изящный *Chaerophyllum gracile* Freyn. Sint официнален в Монголии [85]. Во многих странах бутень используют в пищу.

**Заключение.** Зависимость российского фармацевтического рынка от зарубежных поставок сырья и препаратов, на которые оказывают влияние многие макроэкономические и политические факторы, отрицательно сказывается на перспективах роста и возможностях развития не только отечественной фарминдустрии, но и экономики в целом. Очевидно, что в Республике Башкортостан имеются все условия для создания производства противоопухолевых препаратов на основе арилтетраглиновых лигнанов. Предпосылкой для этого является наличие легко возобновляемой сырьевой базы *Anthriscus sylvestris* и трутовых грибов рода *Trametes* – перспективных источников РТОХ.

Купырь *A. sylvestris* легко вводится в культуру, обладает высоким адаптивным потенциалом, способен расти практически на любых типах почв. При высоком уровне инсоляции накапливает производные РТОХ

в корнях в количествах, сопоставимых с содержанием в листьях подофилюла гималайского или хвое можжевельника виргинского.

Его основное активное соединение – дезоксиподофилютотоксин – оказывает антипролиферативное, противоопухолевое, противовирусное, противовоспалительное и противоаллергическое свойства. ДезоксиРТОХ может быть использован в качестве предшественника для синтеза эпиподофилютотоксина – исходного материала для таких противоопухолевых препаратов, как этопозид и тенипозид. К тому же высокая семенная продуктивность растения позволяет производить манипуляции по модификации генома *A. sylvestris* с помощью *Agrobacterium rhizogenes*. Купырь – удобный объект для метаболической инженерии.

Для выращивания ксилофитных грибов *Trametes spp.* можно использовать отходы деревообработки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Злокачественные новообразования в России в 2014 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена. Филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2016. 250 с.
2. Справка. ВИЧ-инфекция в Российской Федерации на 31 декабря 2015 г.
3. Botta B., Delle Monache G., Misiti D. et al. Aryltetralin lignans: chemistry, pharmacology and biotransformations // Curr. Med Chem. 2001. № 8(11). P. 1363–1381.
4. Cunha Wilson R., e Silva Marcio Luis Andrade, Veneziani R. C. S. et al. Lignans: Chemical and Biological Properties // Phytochemicals – A Global Perspective of

Their Role in Nutrition and Health, book edited by Venketeshwar Rao, 2012. P. 213–235

5. Yousefzadi M., Sharifi M., Behmanesh M., Moyano E., Bonfill M., Cusido R.M., Palazon J. Podophyllotoxin: Current approaches to its biotechnological production and future challenges // Engineering in Life Sciences. 2010. Vol. 10, № 4. P. 281–292, 1618–2863.

6. Lee C.T.L., Lin V.C.K., Zhang S.X. et al. Anti-AIDS agents. Anti-HIV activity of modified podophyllotoxin derivatives // Bioorg. Med. Chem. Lett. 1997. № 7. P. 2897–2902.

7. Hara H., Fujihashi T., Sakata T., Kaji A., Kaji H. Tetrahydronaphthalene lignan compounds as potent anti-HIV type 1 agents // AIDS Res. Hum. Retroviruses. 1997. № 13. P. 695–705.

8. Zucchini S., Rodriguez G., Pezzani G., Orellana G. In vitro evaluation of antifungal properties of 8.O.4'-neolignans // J. Nat. Prod. 1997. № 60. P. 659–662.

9. Wani S.A., Shah K.W., Ahmad M.A. Antifungal Activities of Methanolic Extracts of *Podophyllum hexandrum* and *Rheum emodi* Against Human Pathogenic Fungal strains // Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. 2013. Vol. 19(2), № 10. P. 56–59.

10. Chaurasia O.P., Balabh B., Tayade A. et al. *Podophyllum L.* An endangered and anticancerous medicinal plants-An overview // Indian J. of Traditional Knowledge. 2012. Vol. 11(2). P. 234–241.

11. Shah N.C. *Podophyllum hexandrum* and its conservation status in India // J. Medicinal Plant Conservation. 2006. Vol. 12. P. 42–47.

12. Khare C.P. (Ed.) Indian Medicinal Plants. Berlin-Heidelberg. 2007. P. 503.

13. Arora R., Singh S., Puri S.C., Sharma R.K. Himalayan Mayapple: traditional uses, clinical indications and future prospects // Botanical Medicine in Clinical Practice. P. 71–84.

14. Singh J., Shah N.C. *Podophyllum*: a review // Current Research on Medicinal and Aromatic Plants. 1994. № 16. P. 53–83.

15. Fleming T. Medical Economics Co.; PDR for Herbal Medicines. (2nd ed. Montvale, NJ). 2000. 854 p.

16. Гомберг М.А., Соловьев А.М., Чернова Н.И., Исаева С.Г. Генитальные бородавки: Эффективные методы лечения // Медицинский совет. 2010. № 5–6. С. 972–979.

17. Laubenstein L.J., Krigel R.L., Odajnyk C. M. et al. Treatment of epidemic Kaposi's sarcoma with

etoposide or a combination of doxorubicin, bleomycin, and vinblastine // J. Clin Oncol. 1984. Vol. 2(10). P. 1115–1120.

18. Fay D.A., Ziegler W.V. Original Articles Botanical Source Differentiation of *Podophyllum Resin* by HPLC // J. Liquid Chromatography. 1985. Vol. 8, Issue 8. P. 1501–1505.

19. Pharmacopoeia of India: (the Indian pharmacopoeia). 1955.

20. Pharmacopoeia of the People's Republic of China, B. 1.

21. The Pharmacopoeia of Japan. 4th Ed: Official from April 1, 1921.

22. Мурадханов Р.Р. Фармакогностическое изучение некоторых видов растительного сырья, содержащих подофилютаксин: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Волгоград, 2013. 24 с.

23. Etoposide // IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2000. Vol. 76. P. 177–256.

24. Teniposide //IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2000. Vol. 76. P. 259–286.

25. Leteurtre F., Sackett D.L., Madalengoitia J. et al. Azatoxin derivatives with potent and selective action on topoisomerase II//Biochem Pharmacol. 1995. Vol. 11, № 49(9). P. 1283–1290.

26. Yagita M. Ieki Y., Onishi R. et al. Therapy-related leukemia and myelodysplasia following oral administration of etoposide for recurrent breast cancer // Int. J. Oncol. 1998. Vol. 13. P. 91–96.

27. Relling M.V. Yanishevski Y., Nemec J. et al. Etoposide and antimetabolite pharmacology in patients who develop secondary // Leukemia. 1998. Vol. 12. P. 346–352.

28. Гершанович М.Л. Вепезид (этопозид) в практике химиотерапии злокачественных опухолей. Краткое руководство для врачей-онкологов и гематологов. URL: <http://medi.ru/doc/04341.htm>

29. Product monograph VUMON (teniposide) Injection, Antineoplastic Agent. Montreal, 2011. P. 20.

30. Kluza J., Mazinghien R., Irwin H. et al. Relationships between DNA strand breakage and apoptotic progression upon treatment of HL-60 leukemia cells with tafluposide or etoposide // Anticancer Drugs 2006. № 17(2). P. 155–164.

31. Sargent J.M., Elgie A.W., Williamson C.J., Hill B.T. Ex vivo effects of the dual topoisomerase

- inhibitor tafluposide (F 11782) on cells isolated from fresh tumor samples taken from patients with cancer // Anticancer Drugs. 2003. № 14(6). P. 467–473.
32. Carlstrom K., Hedin P.J., Jansson C. et al. Endocrine effects of podophyllotoxin derivatives drug CPH 82 (Reumacon) in patients with rheumatoid arthritis // Scandinavian J. of Rheumatology. 2000. Vol. 29. P. 89–94.
33. Damayanthi Y., Lown J.W. Review Podophyllotoxins: current status and recent developments//Curr. Med. Chem. 1998. № 5(3). P. 205–252.
34. Legal: Listed in Appendix II of CITES. Included in Negative List of Exports.
35. Jain S.K., A.R.K. Sastry Indian Plant Red Data Book.1984. Vol. 1. P. 57.
36. Liu W., Yin D.X., Liu J.J., Li N. Genetic diversity and structure of *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying in the Qinling Mountains // PloS. 2014. № 9. e110500.
37. Лукашук С.П. Интродукция подофилла щитовидного в климатических условиях Северного Кавказа // Пробл. ботан. на рубеже XX–XXI вв.: тез. докл. СПб. 1998. Т. 2. С. 307.
38. Меликова Л.Н., Коновалов Д.А. Опыт выращивания *Podophyllum hexandrum* (*Berberidaceae*) в условиях Центрального Предкавказья // Растительные ресурсы. 2011. Т. 47, вып. 2. С. 44-50.
39. Simonnet X., Quennoz M., Carlen C. Seed Germination Behaviour of the Endangered Medicinal Plant *Podophyllum hexandrum*//Acta Horticulturae (ISHS) 2012. № 955. P. 309–313.
40. Nadeem M., Palni L. M. S., Purohit A.N. et al. Propagation and conservation of *Podophyllum hexandrum* Royle: an important medicinal herb// Biological Conservation, 2000. № 92. P. 121–129.
41. Zhao Y.P., Gong H.D., Lu W.Q. et al. Growth, photosynthesis and podophyllotoxin accumulation of *Dysosma versipellis* in response to a light gradient and conservation implications// Chinese Sci Bull. 2011. № 56. P. 2570–2575.
42. Liu W., Liu J., Yin D. et al. Influence of Ecological Factors on the Production of Active Substances in the Anti-Cancer Plant *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) // PLoS One. 2015. № 10(4). e0122981.
43. Bianchi E., Sheth K., Cole J.R., Antitumor agents from *Bursera fagaroides* (*Burseraceae*). (Beta-
- peltatin-A-methylether and 5'-desmethoxy-beta-peltatin-A-methylether) // Tetrahedron Lett. 1969. № 32. P. 2759–2762.
44. Rojas-Sepùlveda A.M., Mendieta-Serrano M., Mojica M.Y. et al. Cytotoxic podophyllotoxin type-lignans from the steam bark of *Bursera fagaroides* var. *fagaroides* // Molecules. 2012. Vol. 9, № 17(8). P. 9506–9519.
45. Koulman A. Podophyllotoxin: a study of the biosynthesis, evolution, function and use of podophyllotoxin and related lignans. URL: <http://irs.ub.rug.nl/ppn/252657888>
46. Chang L.C., Song L.L., Park E.J. et al. Bioactive Constituents of *Thuja occidentalis* // J. Nat. Prod. 2000. № 63 (9). P. 1235–1238.
47. Yu P., Wang L. Separation and Determination of Podophyllotoxin in *Diphylleia sinensis* Li // Chinese J. of Pharmaceutical Analysis. 1999. Vol. 19, № 1. P. 35–37.
48. Jutiviboonsuk A., Zhang H., Tan G.T. et al. Bioactive constituents from roots of *Bursera tonkinensis*//Phytochemistry. 2005. 66(23). P. 2745–2751.
49. Yamaguchi H., Arimoto M., Yamamoto K., Numata A. et al. Studies on the Constituents of the Seeds of *Hernandia ovigera* L. V.: Syntheses of Epipodophyllotoxin and Podophyllotoxin from Desoxypodophyllotoxin// Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 1986. Vol. 34, № 5. P. 2056–2060.
50. Konuklulgil B. Investigation of Podophyllotoxin in some Plants in *Lamiaceae* Using HPLC // J. Fac. Pharm. 1996. № 1. P. 23–27.
51. Lautié E., Villarreal M.L., Fliniaux M.A. *Hyptis suaveolens*, an alternative source of podophyllotoxin?// Planta Med. 2008. № 74. P. 83.
52. Zhao J., Zhou L., Wang J. et al. Endophytic fungi for producing bioactive compounds originally from their host plants // Mini Rev. Med. Chem. 2011. № 11(2). P. 159–168.
53. Bedir E., Khan I., Moraes R.M. Bioprospecting for podophyllotoxin // J. Janick and A. Whipkey (eds.), Trends in new crops and new uses. 2002. P. 545–549.
54. Van Uden, Pras N., Visser J.J., Malingre T.M. Detection and Identification of Podophyllotoxin Production by Cell Cultures Derived from *Podophyllum hexandrum* Royle // Plant Cell Reports. 1989. Vol. 8, № 3. P. 165–168.
55. Farkya S., Bisaria V.S., Srivastava A.K. Biotechnological aspects of the production of the

- anticancer drug podophyllotoxin //Appl. Microbiol. Biotechnol. 2004. № 65(5). P. 504–519.
56. Satake H., Koyama T., Esmaeilzadeh S.B. Essences in Metabolic Engineering of Lignan Biosynthesis // Metabolites. 2015. № 5(2). P. 270–290.
57. Bazaldúa C. Cardoso-Taketa A., Arellano J. et al. Podophyllotoxin-Like Lignans Production through Hairy Roots of *Hyptis suaveolens* // JCBPS. Special Issue. Section E. 2014. Vol. 4, № 5. P. 37–47.
58. Vasilev N., Ionkova I. Lignan accumulation in cell cultures of *Linum strictum* ssp. *Strictum* // Acta Pharm. 2004. № 54. P. 347–351.
59. Schmidt T.J., Hemmati S., Klaes M. et al. Lignans in flowering aerial parts of *Linum* species – Chemodiversity in the light of systematics and phylogeny // Phytochemistry. 2010. № 71. P. 1714–1728.
60. Ionkova I., Antonova I., Momekov G., Fuss E. Production of podophyllotoxin in *Linum linearifolium* *in vitro* cultures // Pharmacogn Mag. 2010. № 6(23). P. 180–185.
61. Ionkova I. Biotechnological Approaches for the Production of lignans // Phcog Rev. 2007. № 1. P. 57–68.
62. Baldi A., Srivastava A.K., Bisaria V.S. Improved podophyllotoxin production by transformed cultures of *Linum album* // Biotechnol J. 2008. № 3(9-10). P. 1256–1263.
63. Рудакова Ю. Г., Попова О.И. Биологическая активность *Teucrium polium* (Lamiaceae) // Растительные ресурсы. 2014. Т. 50, вып. 2. С. 307–315.
64. Puri S.C., Nazir A., Chawla R. et al. The endophytic fungus *Trametes hirsuta* as a novel alternative source of podophyllotoxin and related aryl tetralin lignans // Biotechnol. 2006. Vol. 20, № 122(4). P. 494–510.
65. Ямалов С.М., Мартыненко В.Б., Абрамова Л.М. и др. Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, 2012. 100 с.
66. Darbyshire S.J., Hoeg R., Haverkort J. The Biology of Canadian Weeds. 111. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm//Canadian J. of Plant Science. 1999. № 79(4). P. 671–682.
67. Hansson M.L., Göransson A. Growth and biomass partitioning of *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. and *Festuca ovina* (L.) at different relative addition rates of nitrogen // Plant and Soil. 1993. Vol. 155. Issue 1. P. 187–190.
68. Suh S.J., Kim J.R., Jin U.H. et al. Deoxypodophyllotoxin, flavolignan, from *Anthriscus sylvestris* Hoffm. inhibits migration and MMP-9 via MAPK pathways in TNF-alpha-induced HASMC//Vascul Pharmacol. 2009. № 51(1). P. 13–20.
69. Sakakibara N., Suzuki S., Umezawa T., Shimada M. Biosynthesis of yatein in *Anthriscus sylvestris* // Org. Biomol. Chem. 2003. № 1. P. 2474–2485.
70. Olaru O.T., Nitulescu G.M., Ortan A. et al. Review Ethnomedicinal, Phytochemical and Pharmacological Profile of *Anthriscus sylvestris* as an Alternative Source for Anticancer Lignans // Molecules. 2015. № 20. P. 15003–15022.
71. Koulman A., Kubbinga M.E., Batterman S. et al. A phytochemical study of lignans in whole plants and cell suspension cultures of *Anthriscus sylvestris* // Planta Med. 2003. № 69. P. 733–738.
72. Koulman A., Quax W.J., Pras N. Podophyllotoxin and Related Lignans Produced by Plants // Biotechnology of Medicinal Plants. 2004. P. 225–266.
73. Allen D.E., Hatfield G. Medicinal Plants in Folk Tradition: An Ethnobotany of Britain and Ireland. UK. 2004. P. 182–183.
74. Milovanovic M., Banjac N., Vučelic-Radović B. Functional food: Rare herbs, seeds and vegetable oils as sources of flavors and phytosterols // J. Agric. Sci. (Belgrade). 2009. № 54. P. 81–94.
75. Gairola S., Sharma J., Bedi Y.S. A cross-cultural analysis of Jammu, Kashmir and Ladakh (India) medicinal plant use // J. Ethnopharmacol. 2014. № 155. P. 925–986.
76. Chang H.J., Kim H., Ahn J. et al. Anthrinic Isolated from *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. Inhibits the Growth of Breast Cancer Cells by Inhibiting Akt/mTOR Signaling, and Its Apoptotic Effects Are Enhanced by Autophagy Inhibition// Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2013. 9 p.
77. Jeong G.S., Kwon O.K., Park B.Y. et al. Lignans and coumarins from the roots of *Anthriscus sylvestris* and their increase of caspase-3 activity in HL-60 cells // Biol. Pharm. Bull. 2007. № 30. P. 1340–1343.
78. Eymin B., Sordet O., Droin N. et al. Caspase-induced proteolysis of the cyclin-dependent kinase inhibitor p27Kip1 mediates its anti-apoptotic activity // Oncogene. 1999. Vol. 18, № 34. P. 4839–4847.
79. Kayser O., Warzecha H. Case Study: Podophyllotoxin production in *Anthriscus sylvestris* // Pharmaceutical Biotechnology: Drug Discovery and

Clinical Applications. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.  
KGaA. 2012. P. 508–509.

80. Van Uden W., Bos J.A., Boeke G.M., Woerdenbag H.J., Pras N. The large scale isolation of deoxypodophyllotoxin from rhizomes of *Anthriscus sylvestris* followed by its bioconversion into 5-methoxydopophyllotoxin b-D-glucoside by cell cultures of *Linum flavum*// J. Nat. Prod. 1997. № 60. P. 401–403.

81. Hendrawati O. Studies on *Anthriscus sylvestris* L. (Hoffm.). Metabolic engineering for combinatorial biosynthesis of podophyllotoxin. University of Groningen. 2011. P. 127.

82. Hendrawati O., Woerdenbag H.J., Hille J., Quax W.J., Kayser O. Seasonal variations in the

deoxypodophyllotoxin content and yield of *Anthriscus sylvestris* L. (Hoffm.) grown in the field and under controlled conditions // J. Agri. Food Chem. 2011. № 59 (15). P. 8132–8139.

83. Mikaya G.A., Turabelidze D.G., Kemertelidze E.P., Wulfson N.S. Kaerophyllin, A New lignan from *Chaerophyllum maculatum* // Planta Med. 1983. № 43. P. 378–380.

84. Lee T.F., Lin Y.L., Huang Y.T. Protective effects of kaerophyllin against liver fibrogenesis in rats//Eur. J. Clin. Invest. 2012. № 42 (6). P. 607–616.

85. *Chaerophyllum gracile* Freyn. & Sint. // Medicinal plants in Mongolia1. Plants, Medicinal – Mongolia. I. World Health Organization Regional Office for the Western Pacific. 2013. P. 31–33.

---

## POTENTIAL SOURCES OF PODOPHYLLOTOXIN IN THE FLORA OF BASHKORTOSTAN

© R.M. Bashirova, A.G. Mustafin

Bashkir State University  
32, ulitsa Zaki Validi, 450076, Ufa, Russian Federation

In order to provide import substitution of raw materials used for manufacturing antineoplastic and antiviral drugs based on aryltetralin lignanes, we propose to apply easily renewable plant resources, namely *Anthriscus sylvestris* and pore fungi of the genus *Trametes*. The major active ingredient of *A. sylvestris* is desoxipodophyllotoxin (DesoxiPTOX) that exerts antiproliferative, antineoplastic, antiviral, anti-inflammatory and antiallergic effects. DesoxiPTOX can be used as a precursor for the synthesis of epipodophyllotoxin, the source material in synthesizing anticancer drugs, such as etoposide and teniposide, and also reumacon.

Key words: *Podophyllum spp.*, aryltetralin lignanes, podophyllotoxin PTOX, wild chervil, *Anthriscus sylvestris*.

## О РОЛИ ТРАДИЦИОННЫХ НАРОДНЫХ ПРАЗДНИКОВ И ОБРЯДОВ В СОЗДАНИИ СЕМЬИ У БАШКИР

© З.М. Давлетшина

Традиционная семья, семейные обряды и обычаи – это неотъемлемая часть духовной и материальной культуры и быта любого этноса. Семья и семейный быт башкирского народа основательно исследованы, в том числе известным ученым-востоковедом Н.В. Бикбулатовым. Семейная обрядность древних башкир как обширный комплекс народных обычаяев и верований включает в себя наряду с позднейшими наслоениями элементы древних ритуалов, восходящих к доисламской эпохе. Среди них особую роль играют традиционные народные праздники и мероприятия, в которых переплелись воедино обрядово-ритуальные, праздничные и трудовые черты. Народная мудрость, забота о процветании Природы, будущем каждой сельской семьи, благополучии хозяйства, рода, а значит, и всего башкирского народа пронизывают их.

Н.В. Бикбулатов обратил внимание на то обстоятельство, что в «культурно-бытовых традициях башкирского общества, характеризующихся многослойностью, реальную силу сохраняли древние домусульманские обычаи, допускавшие большую свободу общения между юношами и девушками, чем шариатные нормы. Эти обычаи не только сохранялись, они функционировали, видоизменяясь и адаптируясь к современным условиям».

Традиционные народные праздники и обряды способствуют знакомству и общению молодежи, то есть созданию здоровой счастливой семейной пары. Юноши и девушки на выданье видят друг друга как в процессе совместного труда, так и в обстановке веселья, праздника. Это помогает молодым людям принимать правильные решения в выборе будущего брачного партнера, в создании крепкой семейной ячейки нашего общества. И в наши дни такие народные праздники и обряды являются залогом сохранения в современном обществе традиционной семьи.

Ключевые слова: весенне-летний цикл праздников и обрядов, башкиры, материальные и духовные ценности, семья.

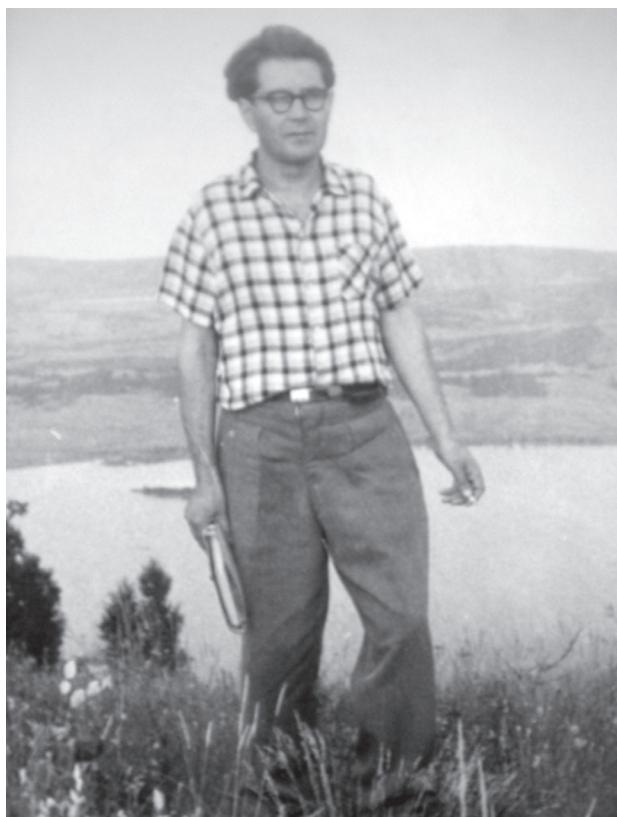
В 2016 г. научная общественность Республики Башкортостан, России и стран ближнего зарубежья будет отмечать 85-летие со дня рождения выдающегося башкирского и российского историка и этнографа Наиля Валеевича Бикбулатова (1931–1996). Глубокими профессиональными знаниями, принципиальностью, высокой требовательностью к себе, исключительной скромностью, а также чутким отношением к коллегам и молодым ученым он снискдал искреннее уважение российских и зарубежных ученых. Плодотворная творческая биография и весомый вклад исследователя-теоретика в историко-этнографическую науку не только Башкортостана, но и всего Урало-Поволжья нашли

отражение в работах многих ученых [см.: литература о Н.В. Бикбулатове].

Н.В. Бикбулатовым было подготовлено и опубликовано 10 монографических исследований и более 150 фундаментальных научных статей, охватывающих этнографию башкир, традиционные хозяйствственные занятия, этническую демографию, проблемы этноса и культуры, декоративно-прикладное искусство. Ценность и востребованность научных трудов Н.В. Бикбулатова заключается в том, что ученые (историки, этнографы, социологи, фольклористы, языковеды, музееведы), а также учителя и преподаватели истории и культуры, искусствоведы, журналисты, обращаясь к его работам, и сегодня находят в них уни-

кальный материал, собранный им буквально по крупицам во время многолетних полевых исследований.

С колыбели впитав в себя традиции и обычаи родного башкирского народа, его духовную культуру, он стал одним из лучших знатоков башкирской этнографии и в первую очередь семейной обрядности. Природный талант, разносторонние интересы, прекрасное знание языков народов, населяющих Башкортостан, ярко раскрылись у исследователя при разработке сложнейшей научной проблемы по изучению системы родства, семейного и общественного быта, обрядов и праздников башкир. Широкие энциклопедические знания, неординарное мышление и огромная трудоспособность позволили ему включить в зону своих исследований историю, материальную и духовную культуру не только башкирского народа, но и тюркских, восточнославянских и финно-угорских народов.



Н.В. Бикбулатов во время работы в экспедиции

В последние годы в некоторых западных странах наметились тенденции по трансформации семейных отношений, в конечном сче-

те ведущие к исчезновению традиционной семейной ячейки в современном обществе. Эти тенденции стали активно муссироваться и в средствах массовой информации. Сторонники нетрадиционных отношений появляются и в нашей стране. Однако необходимо отметить, что традиционная семья, семейные обряды и обычаи – это неотъемлемая часть духовной и материальной культуры и быта любого этноса. Главные вехи в жизни отдельного человека и каждой семьи несут в себе сложную смысловую составляющую, сопровождаются определенными обрядами и на современном этапе развития нашего общества практически остаются теми же, что и в прошлом.

Еще в 1991 г. был опубликован фундаментальный труд Н.В. Бикбулатова, посвященный изучению преобразований в семейно-брачных отношениях и обрядности башкирского народа. Остановимся на этом подробнее. Общеизвестно, что, согласно шариатным нормам, в семейной и общественной жизни мусульманских народов существовали определенные запреты, например, на брачные связи среди односельчан в пределах семи поколений и на свободное знакомство и общение между юношами и девушками. Н.В. Бикбулатов обратил внимание на то обстоятельство, что в «культурно-бытовых традициях башкирского общества, характеризующихся многослойностью, реальную силу сохранили древние домусульманские обычаи, допускавшие большую свободу общения между юношами и девушками, чем шариатные нормы. Эти обычай не только сохранились, они функционировали, видоизменяясь и адаптируясь к современным условиям». Согласно общественному бытовому укладу башкир, молодежь имела возможность встречаться и знакомиться друг с другом, участвуя в таких коллективных мероприятиях, как народные праздники и обряды [1, с. 13]. Исследователь пишет об этом так: «...жители деревень, молодые юноши и девушки рассматривали массовые празднества и веселения как традиционные места знакомств и встреч, шли на них с определенными надеждами и намерениями, надев на себя лучшую одежду» [1, с. 15].

Если вернуться к недалекому прошлому башкирского народа, то можно увидеть, что общество было заинтересовано в укреплении семейных уз и в легальном знакомстве молодых людей, встречающихся для создания семьи.

Особенно счастливыми считались бракосочетания и семейные торжества, приуроченные к празднику *Навруз*. Навруз – один из древних общенародных праздников воскрешения природы у ираноязычных и тюркоязычных народов Средней и Малой Азии, Казахстана, Кавказа, Урало-Поволжья, Китая. Навруз празднуют в день весеннего равноденствия и отмечают его как наступление Нового года или праздник Нового года по солнечному летоисчислению.

В старину этот праздник широко и повсеместно отмечали и башкиры, о чем свидетельствуют этнографические и фольклорные материалы. К встрече Навруза башкиры готовились заранее и тщательно: договаривались с соседними селениями о месте проведения праздника, о культурно-массовых мероприятиях. Традиционно символом благополучия и изобилия в пищевой культуре башкирского народа являются злаковые, которые широко используются в самых различных обрядах и праздниках. Именно поэтому к празднику Нового года в каждом доме готовили специальное угощение в виде каши из пшеницы, растолченной в деревянной ступе. На большое блюдо клади мясо, отваренное кусками, а сверху – заготовленную пшеничную кашу. В дни празднования Навруза (с 22 по 28 марта) приглашали в дом гостей, с поздравлениями и благопожеланиями посещали родственников, пожилых людей, от которых получали благословение. Устраивались различные состязания (скачки, национальная борьба), исполнялись байты, соблюдался обряд проводов старого года, сопровождавшийся сжиганием большой соломенной куклы и благопожеланиями [2, с. 201–202]. Празднично одетые люди ходили по улицам с песнями и плясками. Активность жителей и их веселье на празднике были обязательными, так как считалось, что радость участников мероприятия пробуждала в природе, полной раз-

личных духов-хозяев, благожелательное отношение к людям, обеспечивала им общественное и семейное благополучие.

По традиции, в семейно-бытовой культуре башкир, как и у целого ряда других народов, центральное место занимали весенне-летние обряды, проводившиеся с начала мая до летнего солнцестояния. Весной, когда земля уже подсыхала, всей деревней выходили на *карға бутканы* (воронья каша, гречинная каша) – «*карға бутканына ер-һыу күпкәс бөтә ауыл менән сығыр булғандар*» [3, с. 179]. Этот весенний обряд был направлен на умилостивление тотемного предка – вороны, грача. Чтобы предостеречь посевы от засухи, в некоторых районах Башкортостана проводили обряд, направленный на вызывание дождя. В восточных районах этот обряд назывался *карға сығыу* [4, с. 62]. Для подготовки и проведения обрядов *карға бутканы* и *карға сығыу* (сбор продуктов среди односельчан и приготовление обрядовой каши и чаепития) выбиралась распорядительница из числа авторитетных пожилых женщин, хорошо знающих местные обряды и обычаи. Она выполняла символическую роль воронихи, собирающей пищу для своих воронят [3, с. 26]. В некоторых южных районах Башкортостана (с. Акъяр и д. 1-е Мурзино Хайбуллинского района РБ) *карға бутканы* отмечается и в наши дни [6]. Основными обрядовыми продуктами являются злаки (пшено, пшеница, ячмень) и яйца, служащие символами плодородия.

Известный этнограф Л.И. Нагаева отмечает, что на *карға бутканы*, который проводили в д. Казмашево Абзелиловского, д. Стасросубхангулово Бурзянского, с. Н. Серменево Белорецкого районов Башкортостана, девушки и молодые женщины украшали деревья лоскутками тканей, лентами, кольцами, браслетами, бусами, серебряными подвесками или просто монетами, развешивали на них яркие шали, платки. Возле украшенных деревьев расстилали тканые скатерти, разноцветные паласы. Каждая женщина ставила на скатерть угощения, принесенные из дома. До приготовления ритуальной пищи (пшеничной или пшеничной каши) и совместного чаепи-



Женский танец во время обряда Карга бутканы

тия все участники обряда, взявшись за руки и передавая положительную энергию друг другу, водили хороводы, пели народные песни, плясали, участвовали в различных играх [5, с. 49–51]. После прочтения молитвы и совместной трапезы обмазывали стволы и ветки деревьев остатками каши и угощали птиц. Участники обряда ходили вокруг украшенного дерева с благопожеланиями, обращались к природе и птицам с просьбой процветания земли, богатого урожая и приплода скота, благополучия, счастья и благодеяния для себя и для своей семьи [5, с. 50–51]. Согласно имитативной магии, данный обряд направлен на воскрешение, возрождение природы, плодородие и будущий урожай, благополучие скота и каждой семьи.

*Карга бутканы* очень схож с *каргатуй* (воронье пиршество), который проводили в центральных и горных районах Башкортостана и в восточном Зауралье. *Каргатуй* сопровождался ритуальными играми и коллективным чаепитием на горных склонах, укромных лесных лужайках или у реки. Его устраивали в мае, в период пробуждения и цветения природы, благоухания земли, когда прилетала кукушка и настойчиво «звала» людей на природу (*кәкүк сакыра, ихлас сакыра*). Мотивы поклонения этой птице, задабривания ее, страх перед ее «вещим» кукованием нашли отражение в башкирском танце «Кукушка».

К *каргатую* готовились заранее: обновляли одежду (камзолы, платья с оборками, кашмау, украшения), толкли в ступе зерна пшеницы, проса, пшена для коллективной каши, готовили корот, собирали яйца, молоко. Женщины приносили с собой сладости в виде баурсака и меда, а также масло, сметану и другие продукты. Организаторами являлись женщины, но запрет на участие в празднике распространялся лишь на взрослых мужчин [3, с. 180]. Распорядительница обряда поздравляла всех с праздником, желала всем мира и благополучия. По поверьям древних башкир, от хозяйки Земли и данной местности, от различных духов окружающей природы зависели не только будущий урожай, но и приплод скота, а значит, и благополучие их семей. Поэтому после праздничного угощения для умилостивления этих хозяев и духов природы женщины кормили птиц, на голые ветки деревьев развесивали различные предметы в виде платков, полотенец, лент, лоскутов ткани, украшений с пожеланиями благополучия и пышного цветения природе. Большое значение имела и художественная часть праздника: хороводы и песни, воспевающие красоту родного края, круговые танцы, народные игры, соревнования. Информанты из д. 1-е Мурзино Хайбуллинского района РБ отмечали, что песни и танцы на празднике из поколения в поколение сочиняются самими жен-

щинами [6]. Этот весенний праздник также посвящается пробуждению природы, наступлению нового года, способствует формированию в подрастающем поколении экологической культуры, бережного отношения к природе.

После окончания весеннего сева, перед косовицей проводили *набантуй* – древнейший земледельческий праздник-обряд, проводимый с целью задабривания богов и духов природы и направленный на продуцирование обильного урожая. В древности башкиры Сабантуй праздновали непосредственно в день перекочевки с зимнего стойбища на летнее. Удачным было время проведения этого всенародного праздника: на селе в это время после окончания посевных работ активизировалось общение молодежи с целью создания семьи.

В Пермском крае и в наши дни Сабантуй отмечается как самый зрелищный всенародный праздник [6]. В проведении Сабантую участвуют все жители села. Сельчане заранее готовят подарки участникам «сабанных состязаний». До начала Сабантую проводится обряд *сөрән сугу*. Для этого молодые люди во главе с мужчинами постарше за несколько дней до Сабантую обходят деревню, заходя в каждый дом и собирая призы-подарки у хозяев. Собранные призы прикрепляют к специальному шесту. Символом праздника и самым ценным призом на Сабантую является узорное полотенце, изготовленное молодой невесткой и привязанное к самому верху шеста. Такое полотенце исследователи называют «знаменем». В недалеком прошлом молодая женщина шла со своим полотенцем-знаком впереди всех сельчан и вела их на праздник. Этот древний ритуал зафиксирован и у других тюркских народов. Возможно, в ста-рину обычай был связан с обрядом плодоро-



Подготовка к Сабантую, д. Елпачиха Бардымского района  
Пермского края

дия, а ежегодное обновление земли соотносилось с обновлением рода, с женским, материнским началом [5, с. 28–29].

В день Сабантая все – и стар, и млад – собираются в специально отведенном месте. Как правило, это наиболее красивые места с широкой поляной и ровной площадкой для проведения масштабного мероприятия. Важным элементом праздника в прошлом являлось условие: все участники торжества должны приходить в праздничной национальной одежде, особое внимание уделялось женскому костюму, богато дополненному серебрянными украшениями. Появление на празднике в повседневной одежде рассматривалось обществом как нарушение праздничного этикета [6]. Участие в таких красочных и зрелищных обрядах представителей всех поколений, а также детей всех возрастов свидетельствует о непрерывности жизни, символизирует вечное продолжение человеческого рода.

С давних времен на таких масштабных мероприятиях главное значение придается военно-спортивным играм, выявлению молодых батыров, защитников рода, племени, народа. Лучшим призом для победителя в скачках было тканое полотенце, подаваемое из рук самой молодой и красивой невестки

аула. Победитель в борьбе получал приз в виде барабана и лоскуток ткани. Лоскутками тканей (*сепәк*) борцы дорожили не меньше, чем ценными призами. На каждый праздник батыры прошлых лет несли с собой и лоскутки, нашитые на ленту. Таким образом велся счет побед борцов на праздниках [5, с. 34]. Данное обстоятельство подтверждается и архивными документами. Так, в Государственном архиве Пермского края сохранилось описание сабантуй, проводившегося в 1784 г.: «Отличившиеся удальцы в сих потехах награждаются принесенными туда от молодых башкирок, вышедших того году замуж, платками, вышитыми разными узорами, своего рукоделия, а иногдашелковыми и бумажными, также и рубашками. Обскакавший на лошади всех получает лучший платок, и двое по нем первые, посредственные. Таким же образом награждаются отличившиеся и в прочих потехах» [7, с. 27]. Призы вручали самому сильному борцу и бегуну, а потом раздавали все оставшиеся подарки соревновавшимся детям.

В связи с этим нам импонирует предположение исследователей, обративших внимание на символику спортивных мероприятий в якутском обрядовом празднике Йысыах. Целью спортивных состязаний на традиционном народном празднике Йысыах, по их мнению, было «завоевание счастливой доли». Участникам обрядового мероприятия давалась уникальная возможность «прорыва» своей судьбы: человек на празднике творения Вселенной и человека как бы «стирал» свое прошлое и переигрывал заново судьбу. С этой точки зрения Йысыах можно рассматривать как «игру с судьбой», где главными на празднике были не небесные божества, а сами люди – люди, которые не только молили о благополучии, но и «завоевывали» свое счастливое будущее [8, с. 253]. Неозвучны ли такие представления и башкирским народным праздникам?

В башкирских аулах участники празднества садятся, образуя большой круг: возле праздничных юрт на шестах развеваются длинные узорные полотенца, ленты, земля украшается разноцветными паласами, тканы-

ми скатертями. Мотив круга является определяющим в празднике Сабантуй: это и форма места его проведения, и способ сидения по кругу, и круговые танцы, хороводы. Использование в обряде мотива круга воспринимается как символ жизненного круга, отражение культа Солнца и его годового круга. Традиционный мотив круга, объединяющего время и пространство, характерен не только для башкир и родственных татар, но и для других народов, например, якутов [8, с. 250].

Необходимо особо подчеркнуть, что в день проведения праздника Сабантуй в деревнях не бывает беспорядков, драк, строго запрещается пьянство. Это условие неукоснительно соблюдается и в наши дни в Бардымском районе Пермского края [6]. Исполняются кубаиры, их сменяют веселые песни, пляски, игра на кубызе, курае. Праздник завершается совместным угощением кумысом, чаепитием и вечерними играми молодежи.

*Йыйын* был одним из самых любимых национальных праздников башкир, почитаемых молодыми и пожилыми людьми. Летний праздник, берущий начало из глубины веков и объединяющий группу деревень одной родоплеменной общности, превращался во всенародное собрание, съезд родовых племен. Именно на таких мероприятиях в недалеком прошлом выбирали старшин, главу рода, обсуждали хозяйственные дела. На юго-востоке Башкортостана свадьбы знаменитых людей – баев, биев, ханов – как важное общественное событие для двух родов или племен проводились в виде больших праздников на крупных *йыйынах*, поэтому они часто назывались *туй йыйыны* или *баллы йыйын* [5, с. 15].

*Йыйыны* проводились очень торжественно. В назначенный день деревня принимала праздничный вид. Особый колорит празднику придавали предметы народного декоративно-прикладного искусства. Белоснежные гостевые юрты украшались искусственным рукоделием местных мастеров: узорными полотенцами, красочными кошмами и паласами, ткаными скатертями, занавесями.

На праздник приходили семьями. Колоритные костюмы участников придавали мероприятию торжественность и красочность. В начале XX в. во время проведения праздника Барда-йыйын один из очевидцев так описывает красочные костюмы башкир-гай-нинцев: «Разряженные толпы башкир-мужчин и женщин гуляли по улицам... Серебряные монисты башкирок блестели на солнце и мелодично позвякивали; из-под платков виднелись расшитые серебром головные уборы; отделанные позументами костюмы ярко выделялись среди других» [9, с. 35–36].

В программу подготовки и проведения йыйынов входили сбор призов для награждения победителей в состязаниях; сбор денег у местного населения на покупку продуктов или сбор продуктов для угощения участников мероприятия; скачки, национальная борьба и другие соревнования, игры, развлечения; совместное угощение всех участников мероприятия. В спортивных состязаниях принимали участие и дети, которые так же, как и взрослые, награждались призами. Победителям в скачках молодая невестка раздавала призы в виде узорных полотенец, платков, рубах, лоскутков ткани [5, с. 28]. А после состязаний майданная площадь переходила в распоряжение молодых людей, которые заполняли ее песнями, плясками и вечерними играми.

На северо-востоке Башкортостана и в Курганской области существовал обычай приглашения на йыйыны жителей из соседних аулов. Взаимные праздничные мероприятия проводились отдельно для женщин, юношей и девушек. В северо-западных же районах Башкортостана в таких джинах принимали участие все жители соседних деревень – взрослые, молодежь и дети, мужчины и женщины. Все эти празднества, несомненно, способствовали новым знакомствам, свободному общению молодежи. Молодежные встречи сопровождались массовыми играми, музыкой, танцами.

Таким образом, встречам и знакомствам молодежи способствовали как традиционные обряды (*карға бутқаны* и *карғатуй*, *каз өмәһе*, *кейеҙ басыу өмәһе* и др.), так и боль-

шие народные празднества (*йыйыны*, *сабантую*, *майданы*), на которые жители многих близлежащих деревень приходили семьями. Именно на таких организованных зрелищных действиях молодые люди старались раскрыть себя с лучшей стороны. Юноши показывали свою ловкость, силу, мастерство, трудолюбие и готовность к семейной жизни. Девушки демонстрировали благовоспитанность, умение общаться, а красивые наряды без лишних слов свидетельствовали о их трудолюбии и навыках рукоделия.

Каждая башкирская семья еще в недалеком прошлом, по исследованиям Н.В. Бикбулатова, «представляла самостоятельную экономическую и производственную единицу. Но было и немало форм коллективного труда». Коллективная помощь была вызвана необходимостью обеспечения каждой сельской семьи, как правило многодетной, своим домом, одеждой, предметами быта и убранства жилища, подготовкой приданого на свадьбу и т.п. [1, с. 17].

Наиболее распространенной формой коллективной помощи среди башкирского сельского населения остаются и в наши дни *өмә*. Население сел и деревень с радостью воспринимает приглашение на их проведение. Среди женских видов помощи наиболее популярными были прядение шерсти (*орсок иләү өмәһе*), льняной (*етен иләү өмәһе*) и конопляной нити (*киндер иләү өмәһе*), изготовление сукна и войлока (*тула баңыу өмәһе*, *кейеҙ баңыу өмәһе*). На подобных мероприятиях девочки, достигшие определенного возраста, учились прядь, ткать, вязать, шить, получали первые трудовые навыки. Если на возведение дома привлекалось мужское население, то на сенокос, молотьбу свезенного на гумно хлеба, заготовку кизяка выходили все – мужчины и женщины, взрослые и молодежь. Коллективный труд завершался совместным угощением, пением песен, плясками и слушанием музыки. На *өмә* люди ходили с большим удовольствием, так как совместная работа выполнялась быстрее, а коллективный труд приносил людям радость общения друг с другом.

*Кейең басыу өмәһе* – это коллективная помощь при изготовлении войлочного ковра, кошмы. В прошлом обряды по изготовлению войлока башкиры проводили на летовках (*йәйләү*), участвовали все жители села. Обряд начинался с благопожеланий, которые, по представлениям народа, магически воздействовали на успешность выполнения работы. Длительный процесс изготовления войлока сопровождался импровизацией: одни пели шуточные песни, подбадривающие мастериц, другие танцевали, весело комментируя обряд, шутили, веселились от души. После завершения работы по изготовлению войлока все присутствующие дружно угощались, пили чай, а затем пели, плясали, играли в различные игры, состязались в спортивных соревнованиях. В южных и юго-восточных районах этот вид коллективного женского труда сохранился до наших дней и широко освещается в средствах массовой информации. В д. 1-е Мурзино Хайбуллинского района РБ пожилые опытные ковровщицы (и одновременно неизменные участницы местного фольклорного ансамбля) передают свое мастерство молодым участникам обряда-праздника. И таким образом этот коллективный труд превращается в праздник всего села [6].

*Каз өмәһе* является коллективной помощью по оципыванию подготовленных тушек гусей, направленной на продуцирование пло-

довитости гусей и других домашних птиц, изобилия, достатка на будущий год. Это одна из наиболее распространенных форм помощи у женщин и девушек и в наши дни. Данний обряд сопровождается угощением, играми, его устраивают непосредственно в период забоя птиц или чуть позже. Женщины и девушки приходят на мероприятие в нарядных платьях, поверх которых надевают вышитые фартуки. Волосы тщательно прячут под яркие головные платки. Приглашенные женщины оципывают подготовленных гусей, а закончив работу, набирают полную ладонь перьев из хвостовой части гуся и вручают молодым девушкам со словами: «Иди, узнай, свою судьбу испытай!». Если, выйдя на улицу, девушка встретит молодого человека, значит, ей суждено выйти замуж за молодого, если старика – за старого, подростка – ждать еще год-два, женщину – будет жить в достатке [2, с. 263–264]. Также во время «гусиной помощи» заготавливают мягкий гусиный пух, взятый из хвоста гуся вместе с кожей. В Бардымском районе Пермского края этот пух сушат, затем, обсыпав белой мукой, встрихивают и пришивают к детским и женским головным уборам или колыбелям в качестве амулетов от сглаза, болезней и несчастий [6]. По завершению работы девушки, повесив тушки оципанных гусей к коромыслу, идут их мыть к реке. Весь берег реки заполняется молодежью, так как помочь, как правило, устраивается сразу у нескольких хозяев. Юноши с гармошками поджидают девушек у реки. Во время мытья гусиных тушек по традиции исполняются шуточные песни, девушки и юноши соревнуются между собой в остроумии. С реки девушки и молодые людиозвращаются вместе. В это время хозяйка и хозяин дома, приготовив праздничное угощение (гусиное мясо, каша, блины, испеченные на гусином жире), поджидают своих помощниц. Угощение сопровождается песнями, плясками, молодежными играми.

В недалеком прошлом, согласно обычаю, молодые люди ездили в го-



Процесс изготовления войлока

сти к своим родственникам или друзьям в другую деревню, где присматривали себе будущую невесту. Такие смотрины (выбор невесты) назывались в народе *кыз қүзләү*. В честь приезжего гостя молодежь устраивала вечерние игры. После представления гостя местному обществу начинались танцы. Юношагость выходил в круг с платком в руках и приглашал на танец понравившуюся ему девушку. Если девушка танцевала с ним, держась за другой, противоположный угол платка, это обстоятельство воспринималось как ее согласие выйти за него замуж [5, с. 20]. Молодые люди дарили своим девушкам подарки (душестое мыло, духи, головной платок). Если девушка принимала подарок, то это означало, что чувства у них взаимны. Ответный подарок девушки в виде карманного платка, кисета свидетельствовал о согласии выйти за него замуж. Состоявшийсяговор юноши и девушки, их объяснение называется *вәғәзәләйәү*.

В обычай у башкирских девушек были вечера *аулак өй*, *кис ултырыу*, *урнаш*, похожие на посиделки у русских. Если у какой-либо девушки на выданье родители уезжали в гости, они разрешали дочери собрать подруг для совместной работы. Девушки брали с собой пряжу, вязание, шитье и др. За девушками присматривала взрослая женщина, родственница девушки-хозяйки. Она рассказывала им сказки, различные поучительные истории на морально-этические темы и др. На посиделках кропотливый труд соединялся с весельем. В перерывах между работой девушки, а иногда и молодые парни, заглянувшие на посиделки, пили чай, угостились сладостями, плясали, играли, то есть общались, сблюдая пристойность [6]. Таким образом, *аулак өй* и *кис ултырыу* выполняли функции воспитания молодых девушек, подготовки их к будущей семейной жизни. Своеобразной легальной формой развлечения и взаимного общения молодежи в виде совместных игр, плясок и песен, был *урнаш*. На посиделки *урнаш* приходили не только девушки, но и парни.

У башкир, согласно обычаю, предусматривалась почти обязательная форма визита

девушки к своей близкой родне, которая называлась *ултырмага барыу*. Девушка, вступая в пору зрелости, на длительное время ездила к родне со стороны матери – деду и бабке или к дяде. Брала с собой пряжу, ткани, пяльцы и спицы, вязала, вышивала, шила, а если не умела – училась этому рукоделию. Мероприятие преследовало вполне определенную цель: показать достоинства девушки, продемонстрировать ее трудолюбие, умение рукодельничать и в то же время представить ее другому, внешнему обществу [1, с. 16].

Таким образом, семья и семейный быт башкирского народа основательно изучены исследователями, в том числе известным ученым-востоковедом Н.В. Бикбулатовым. Семейная обрядность древних башкир – это обширный комплекс народных обычаев и верований, включающих наряду с позднейшими наследованиями элементы древних ритуалов, восходящих к доисламской эпохе. Среди них особую роль играют традиционные народные праздники и мероприятия, в которых переплелись воедино праздничные, трудовые и обрядово-ритуальные черты. На коллективных мероприятиях по оказанию помощи трудно было бездельничать. Сельчане дорожили общественным мнением, ведь каждый человек был на виду, здесь невозможно было спрятаться. В селе каждый и каждому цену знал не понаслышке, а по его труду.

Народная мудрость, забота о процветании природы, будущем каждой сельской семьи, благополучии хозяйства, рода, а значит, и всего башкирского народа пронизывают все рассмотренные нами мероприятия. И что немаловажно, традиционные народные праздники и обряды способствуют знакомству и общению молодежи, то есть созданию здоровой счастливой семейной пары. Юноши и девушки на выданье видят друг друга как в процессе совместного труда, так и в обстановке веселья, праздника. Это помогает молодым людям принимать правильные решения в выборе будущего брачного партнера, в создании крепкой семейной ячейки нашего общества. И в наши дни такие народные праздники и обряды являются залогом

сохранения в современном обществе традиционной семейной ячейки. Погружение в мир традиционной башкирской культуры (музыки, песен, костюма, кухни), интенсивного внутриэтнического и межэтнического общения является обязательным элементом, сущностью всенародных праздников и семейно-бытовых обрядов.

#### **Монографии Н.В. Бикбулатова**

Декоративно-прикладное искусство башкир. Уфа, 1964 (в соавт. с С.А. Авижанской, Р.Г. Кузеевым).

Народное искусство башкир: альбом. Л., 1968 (в соавт. с С.А. Авижанской, Р.Г. Кузеевым).

Башкирский аул. Очерк общественной и культурной жизни. Уфа, 1969.

Декоративное творчество башкирского народа: альбом. Уфа, 1979 (в соавт. с Р.Г. Кузеевым, С.Н. Шитовой).

Башкирская система родства. М., 1981.

Бикбулатов Н.В., Фатыхова Ф.Ф. Семейный быт башкир. XIX–XX вв. М, 1991.

Башкиры. Краткий этноисторический справочник. Уфа, 1995.

Башкиры: Этническая история и традиционная культура. Уфа, 2002 (в соавт. с Р.М. Юсуповым, С.Н. Шитовой и Ф.Ф. Фатыховой).

#### **Литература о Н.В. Бикбулатове**

Ганеев Р. Книга о башкирском ауле // Советская Башкирия. 1970. 3 апреля. С. 2.

Кузеев Р. Бикбулатов Н.В. // Вестник АН РБ. 1996. Т. 1, № 2. С.93-94.

Чемерис В.П. Наиль Валеевич Бикбулатов // Труды Института истории, языка и литературы Уфимского научного центра Российской Академии наук. Вып. V. Уфа, 2011. С. 9–13.

Бикбулатов Наиль Валеевич // Юсупов Р.М. и др. Этнографические и антропологические исследования в ИИЯЛ (справочник). К 40-летию отдела этнографии и антропологии: 1959–1999 гг. Уфа, 1999. С. 5, 7–8 и др.

Бикбулатов Наиль Валеевич: Библиографический указатель. Уфа, 2011.

Кузеев Р.Г. Путь длиною в жизнь // Известия Башкирии. 1991. 21 февраля. С. 2.

Кучумов И.В. Памяти ученого // Истоки. 1996. № 9. Май.

Хусаинова Г.Т. Бикбулатов Наиль Валеевич // Башортостан: краткая энциклопедия. Уфа, 1996. С. 178–179.

Хөсәйенова Г.Т. Бикбулатов Наиль Вәли улы // Башортостан: Кыскаса энциклопедия. Өфө, 1997. С. 198–199.

Труды Института истории, языка и литературы Уфимского научного центра Российской Академии наук. Вып. V. Уфа, 2011.

Этнография и антропология в Башкортостане. Уфа, 2001.

Якупов Р.И. Наиль Валеевич Бикбулатов // Взаимодействие культур народов Урала: сб. статей. Уфа, 1999. С. 255–258.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бикбулатов Н.В., Фатыхова Ф.Ф. Семейный быт башкир. XIX–XX вв. М., 1991.
2. Башкирское народное творчество. Т. 12. Обрядовый фольклор. Уфа, 2010.
3. Хисамитдинова Ф.Г. Mythological glossary of the Bashkir language. Moscow, 2010.
4. Лепехин И.И. Дневные записки путешествия по разным провинциям Российского государства в 1770 г. СПб., 1802. Ч. 2.
5. Нагаева Л.И. Башкирские народные праздники, обряды и обычаи. Уфа, 1999.
6. ПМА – Полевой материал автора, 2008 г. – Хайбуллинский район РБ; 2001, 2006, 2010 гг. – г. Пермь, Бардымский район Пермского края.
7. Попов Н. Хозяйственное описание Пермской губернии. СПб., 1813. Ч. 3.
8. Якуты (Саха). М., 2013.
9. Шмаков П. По лицу земли // Оса. 1916.

#### **References**

1. Bikbulatov N.V., Fatykhova F.F. Family everyday life of the Bashkirs. 19th and 20th centuries. Moscow, 1991.
2. Bashkir folklore. Vol. 12. Ceremonial folklore. Ufa, 2010.
3. Khisamitdinova F.G. Mythological glossary of the Bashkir language. Moscow, 2010.
4. Lepikhin I.I. Daily notes of voyages to different provinces of the Russian State in 1770. St. Petersburg, 1802. Pt. 2.

5. Nagaeva L.I. Bashkir folk feasts, rites and customs. Ufa, 1999.
6. Author's field materials. Khaybullinskiy District of the Republic of Bashkortostan, 2008; Perm, Bardymskiy District of the Perm Region, 2001, 2006, 2010.
7. Popov N. Economic description of the Perm Province. St. Petersburg, 1813. Pt. 3.
8. The Yakuts (Sakha). Moscow, 2013.
9. Shmakov P. Over the Earth's face. Osa, 1916.



## **ON THE ROLE OF TRADITIONAL FOLK FEASTS AND CEREMONIES IN THE FAMILY CREATION OF THE BASHKIRS**

© Z.M. Davletshina

Institute of History, Language and Literature, Ufa Scientific Centre, RAS,  
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

Traditional family, rites ceremonies and customs are the indispensable part of spiritual and tangible life of every ethnos. Family principles and family everyday life of the Bashkir people have been extensively studied, also by the notable orientalist Nail Bikbulatov. As a wide variety of folk customs and beliefs, family ritualism of the ancient Bashkirs includes some pre-Islamic elements along with the layers of later origin. Among them, traditional folk feasts and events that combine ceremonial, festive and labour traits are of particular importance. All of them are penetrated with folk wisdom, care of Nature's prosperity, the future of each rural family, household and kindred welfare and so the entire Bashkir nation.

Bikbulatov pointed out the fact that «multilayered cultural and household traditions of the Bashkir society had actually preserved the vitality of old pre-Islamic customs that allowed greater freedom of contacts between young men and women as compared with sharia laws. Those customs were not only preserved, but they still continued to function, changing and adapting themselves to new conditions».

Traditional folk feasts and ceremonies facilitated young people to get acquainted and keep contacts, i.e. to build a strong, happy family. Young single men and marriageable girls saw each other both during their work together and merry-making festive occasions. This helped young people make right decisions in choosing a conjugal partner to build a family unit. Even nowadays such folk feasts and ceremonies are the guarantee for preserving the traditional family in modern society.

Key words: spring-summer cycle of feats and rites, Bashkirs, tangible and spiritual values, family.

**БАШКИРСКИЕ ШЕЖЕРЕ О ПРИНЯТИИ РОССИЙСКОГО ПОДДАНСТВА**

© И.И. Буляков

Генеалогические записи башкир, именуемые шежере, со второй половины XX в. активно вводятся в научный оборот, потому что содержат не только цепочку имен по родству, но и существенные данные, факты по истории башкирского народа и всего башкирского края. За этот период были опубликованы ряд сводов башкирских родословных с достаточно познавательными и научно обоснованными комментариями, защищена диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата наук. Достаточно широко родословные используются и при изучении проблемы вхождения Башкирии в состав Русского государства, так как содержат всю основную информацию об условиях принятия башкирами российского подданства. В настоящей статье автор на основе башкирских генеалогий рассматривает ход и характер принятия башкирскими родами русского подданства через призму отношений башкирской элиты и общества к Русскому государству, власти русского царя и образу монарха. Это в свою очередь позволило приоткрыть завесу над по-прежнему дискуссионным вопросом о природе и характере хода принятия башкирскими родами русского подданства. Для этого автор статьи провел небольшой экскурс в XIV в., когда происходило оформление золотоордынского подданства башкир. Внимательное изучение источников позволило сделать вывод, что условия и характер присоединения башкир к Русскому государству учитывали предшествующий статус башкирского края в структуре Золотой Орды и Ногайской державы. Были сохранены государственные традиции Золотой Орды в области управления Башкирией на протяжении второй половины XVI–первой трети XVIII в., что позволило безболезненно включить большую часть башкирских родов с занимаемыми ими землями в состав Русского государства. Однако автор отметил, что зауральские башкиры, на протяжении долгого времени в наибольшей степени испытывавшие влияние политico-правовой системы чингисизма и непосредственно вовлеченные в улусно-крыльевую систему Монгольской империи, а затем и Золотой Орды, вполне закономерно продолжили сохранять верность потомкам Чингисхана. В связи с этим делается вывод о принудительном приведении в подданство таких родов, как Табын, Катай, Сынрян, Салжиут.

**Ключевые слова:** башкиры, шежере, подданство, Золотая Орда, Русское государство, образ царя.

Генеалогические записи башкир, широко известные как шежере, достаточно давно вошли в оборот в исторической науке. В силу различных обстоятельств до наших дней дошли около 150 башкирских шежере, которые хранятся в архивах и библиотеках Уфы, Оренбурга, Казани, Санкт-Петербурга и Москвы, а также в частных коллекциях. Большинство находится в фонде арабографических рукописей и старопечатных книг Института истории, языка и литературы и в Научном архиве Уфимского научного центра РАН [1, с. 53]. Некоторая их часть была опубликована историками и литературоведами. Так, высокую оценку научной общественности получил подготовленный и изданный Р.Г. Кузеевым сборник «Башкирские шежере», от-

крывший доступ к башкирским генеалогическим записям широкому кругу специалистов [2]. Следующей подобной работой стал сборник статей «Башкирские шежере», увидевший свет в 1985 г. В нем с филологической точки зрения исследуются ряд башкирских родословных, содержится краткое описание 99 генеалогий [3]. Заметным явлением в деле публикации шежере стал сборник «Башкирские родословные», содержащий 27 шежере различных родов [4]. Помимо указанных работ в периодических изданиях, в различных сборниках материалов конференций по генеалогическим записям башкир регулярно публикуются работы как исторического, так и литературоведческого характера. И, наконец, в 2012 г. В.Р. Мазитовым

БУЛЯКОВ Ильнур Ильдусович – к.и.н., Институт истории, языка и литературы Уфимского научного центра РАН, e-mail: buljakow@mail.ru

была защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук на тему «Башкирское шежере как историко-этнографический источник». Им была предпринята попытка прослеживания историографического опыта накопления и изучения башкирских родословных, выявления достоверности историко-этнографических сведений в шежере, рассмотрения особенностей составления, хранения и передачи письменных вариантов генеалогии [5].

В историографии также хорошо отражена тема принятия башкирскими родами русского подданства и вхождения Башкирии в состав Русского государства, несмотря на сохраняющуюся дискуссионность вопроса о характере указанного процесса.

Таким образом, башкирские шежере в историческом плане довольно хорошо изучены и широко введены в научный оборот в качестве источников (естественно, с учетом критического подхода к их содержанию), в частности – в изучении проблемы вхождения Башкирии в состав Русского государства. При этом единственным значимым фактором добровольного характера принятия башкирами русского подданства исследователи называют обьюдовыгодные условия.

В настоящей статье мы на основе шежере предпримем попытку взглянуть на данные процессы с несколько иного ракурса – путем выявления традиционных представлений башкир о роли государственной власти, отношения башкирской элиты и общества к Русскому государству и непосредственно к власти русского царя. В этом заключается научная новизна данной работы. Актуальность темы определяется тем, что исследование отражения феномена российской власти в сознании народа позволит выявить традиции, которые могут быть использованы сегодня для выстраивания более эффективной модели взаимодействия властей субъекта с федеральными в достижении консенсуса.

Прежде всего для этого нам потребуется сделать небольшой экскурс в золотоордынский период истории башкирского народа, что позволит в дальнейшем объяснить некоторые

ключевые особенности процесса принятия башкирами русского подданства.

Обстоятельства вхождения башкирских родов и их территории расселения в состав Золотой Орды, хронологические рамки этого процесса и другие подобные вопросы пока еще остаются слабо отраженными в исторической науке. Объясняется это малым количеством источников, имеющуюся часть которых составляют башкирские устные предания, легенды и письменные памятники, дошедшие до нас в позднейших редакциях. К числу наиболее достоверных источников относятся монгольская летопись «Сокровенное сказание», сведения средневековых авторов, башкирские шежере.

В своих предыдущих статьях и монографии мы отмечали, что широкие завоевательные мероприятия Чингисхана требовали консолидации всех слоев монгольского общества, строжайшей дисциплины как внутри войск, так и в обществе. Благодаря этому была выстроена стройная система управления, которая отвечала всем поставленным целям. С идеологической точки зрения сложившаяся в монгольском государстве форму административного управления подкрепляла система, условно называемая современными исследователями общественно-политической системой чингисизма. Ее политico-правовая основа распространялась на вновь завоеванные и вошедшие в состав Монгольской империи Чингисхана земли и народы. Различная степень ее проявления зависела от многих факторов, в числе которых характер признания монгольского подданства (завоевание, добровольное признание власти монголов, оформление вассальных отношений и пр.), географические условия (малопригодные для круглогодичного ведения скотоводства земли не интересовали монголов, они довольствовались номинальным подчинением данных земель своей власти, получением регулярного ясака и воинов) [6–7].

Установление дружественных дипломатических отношений некоторых башкирских родов с завоевателями, начало которым положили Майкы-бий и Муйтен-бий; вероят-

ное окончание войны западных башкир с монголами оформлением договора в 1236 г.; нахождение территории башкир на отдаленной северной периферии Улуса Джучи, которая была малопригодной для круглогодичного ведения традиционного для монголов кочевого скотоводства, позволяют нам утверждать о существовании договорных, вассальных отношений между башкирами и монгольскими правителями. Благодаря этому, как свидетельствуют источники, государственная политика биев оставалась суверенной с некоторыми ограничениями в плане контроля над их внешними связями, обязательного призыва воинов из башкир в случае войны монголов с третьей стороной и исполнения юридических функций представителями монголов. В экономическом же отношении подчинение башкир ограничивалось своеевременной выплатой установленного ясака. Все остальные стороны внутренней жизни и быта башкирской общины развивались самостоятельно, независимо от золотоордынского влияния. Башкиры оставались собственниками своей земли.

Государственная система управления Монгольской империи воспроизводилась и на уровне отдельных ее улусов. Позднее с их распадом государственные традиции монголов были восприняты различными ханствами и ордами, возникшими на развалинах улусов монгольского государства. Исключение составила Ногайская Орда, мирзы которой выступили противниками утвердившейся в башкирском крае политico-правовой системы чингисизма. Это позволило им нарушать традиции и обязательства, которые были утверждены Чингисханом и подтверждались его царствующими потомками. В kraе ногаи не считались с вотчинными правами местных родов и тарханными привилегиями, которые были пожалованы чингизидами. Подчинить себе воинственных и многочисленных башкир ногайским мирзам удалось путем своего численного и военного доминирования в регионе и утверждения в качестве наместников ногайской Башкирии марионеточных ханов-чингизидов, каковыми были Хакк-Назар и

Ахмед-Гирей. Башкиры воспринимали их как легитимных правителей, присягали им на верность.

2 октября 1552 г. русские войска заняли Казань, после чего царь Иван Васильевич обратился к народам покоренного ханства с призывом принять русское подданство, на что откликнулись и некоторые башкирские роды. Согласно башкирским шежере, все обязательства по выплате ясака инесению пограничной службы взяли на себя представители башкирских посольств, побывавшие в Казани и Москве. Более того, к шерти приводили не все население конкретно отдельно взятого башкирского рода, а лишь уполномоченных представителей, чьи кандидатуры утверждались на съездах – йыйынах – после одобрения ими решения о принятии русского подданства. Как правило, послами в большинстве случаев направлялись родоплеменные предводители – бии, главы тюб и аймаков. Об этом говорится в шежере башкирских родов Юрматы, Усерган, Кыпсак, Бурзян, Тамъян [4, с. 57–58; с. 109; с. 150–151; с. 156–157].

Правительство Ивана Васильевича ясно осознавало, что основная часть башкир проживала на территории Ногайской Орды, а не Казанского ханства. В силу этого Ивану IV было необходимо продемонстрировать казанским башкирам, что Москва готова идти на значительные уступки своим новым подданным, жаловать льготы и привилегии с тем, чтобы в будущем не иметь проблем во взаимоотношениях с их единоплеменниками в Ногайской Орде. В противном случае казанские башкиры могли откочевать в пределы ногайской Башкирии и пополнить ряды противников российской власти в Ногайской Орде [Цит. по: 8, с. 45]. Обоюдно выгодные условия принятия башкир бывшего Казанского ханства под русское подданство возымели ожидаемый русским правительством эффект: уже через год – полтора башкирские рода, подвластные Ногайской Орде, снарядили своих послов в Казань с просьбой о подданстве. Таким образом, независимо от своих ногайских правителей башкиры Ногайской Орды начинают принимать русское подданство.

При рассмотрении всего процесса вхождения башкирских родов в состав Русского государства нельзя не заметить некоторые общие моменты с ходом признания башкир над собой власти монгольского хана в XIII в. Башкирские шежере и фольклор схожим образом рисуют нам картину, когда в обоих случаях принятия подданства представители (точнее – главы родов) ездили к правителью с большими дарами и просили принять свой народ под его покровительство. Подобный акт принятия народов под свое подданство не был чуждым и для московского царя. В период подчинения Руси монгольскому государству для получения ярлыка на великокняжеский престол русские князья с дарами ездили в столицу своего сюзерена. Сам факт подобного приезда в ставку государя являлся подтверждением признания зависимости. Как видим, Иван Васильевич по отношению к башкирам, призывая их стать своими подданными, применил тот же подход: «Идите к нам без ужаса и боязни...»

Согласно контексту башкирских родословных, заключительным актом достижения договоренности о признании башкирами в одном случае монгольского, в другом – русского подданства были утверждение вотчинных прав на занимаемые земли с указанием границ, подтверждение привилегированного статуса главы родоплеменного образования – бия с наследственной властью в случае с монголами, или жалование тарханным званием, как это было в Москве и Казани (шежере родов Юрматы, Усерган, Кыпсак, Бурзян, Тамъян, Ирякте) [4, с. 58–59; с. 108–109; с. 151–153; с. 381, 383–384].

Как видим, московский царь применил те же методы и приемы в ходе принятия башкирских родов под свое подданство, которые были заложены еще монгольскими правителями. Мы уже отмечали, что подобное не могло быть случайным совпадением, т. к. и Русь, и башкиры находились в рамках одной системы управления – под началом золотоордынского хана. И те, и другие были непосредственно знакомы с системой отношений между правителем Золотой Орды и его подданными.

Стоит сказать, что из общего процесса добровольного принятия русского подданства выпала значительная часть зауральских башкир, которая до 30-х гг. XVII в. не признавала российского подданства и поддержала анти-русские действия хана Кучума и его сыновей. Данная группа башкир, долгое время находившаяся под влиянием политico-правовой системы чингизизма, непосредственно вовлеченнaя в улусно-крыльевую систему Монгольской империи, а затем и Золотой Орды, вполне закономерно продолжала сохранять верность потомкам Чингисхана. По-видимому, наиболее активными сторонниками сибирских царевичей, как и прежде, были башкиры родов Табын и Сынрян (исключая род Салжиут) [9, с. 12–19]. Вполне возможно, что противники принятия русского подданства в дальнейшем не получили вотчинные права на занимаемые земли, а остались на правах припущенников. К такому выводу в свое время пришел и А.З. Асфандияров, который вычислил процентное соотношение башкир-вотчинников и башкир-припущенников в Екатеринбургском, Троицком и Челябинском уездах. Так, по его мнению, более половины башкир северо-востока и востока вошли в состав Русского государства добровольно (получили вотчинные права на занимаемые земли), а чуть больше 40% были завоеваны (остались припущенниками) [10, с. 43–45]. И в известных нам шежере упомянутых выше башкирских родов отсутствуют какие-либо прямые сведения о характере, самом процессе принятия ими русского подданства. Во всяком случае высказанное утверждение требует достаточного обоснованного исследования.

Все больше сторонников среди историков находит утверждение, что русские цари, начиная с Ивана III, подчеркивали законность своих претензий на земли и население государств, возникших после распада Золотой Орды.

Со времени Василия III за русским монархом надолго закрепляется новое своеобразное обозначение – сначала «Белый князь», затем «Белый царь». Важнейшим этапом становле-

ния московской государственности стало покорение в 1550-х гг. Иваном IV Казани и Астрахани, исторических наследников Золотой Орды. Великий князь приобрел имперский статус, став отныне господином татарских «царств». Московские государи привлекали к себе на службу представителей татарской знати, среди которых были и чингизиды.

С 1552 г. в дипломатической переписке правителей Крымского ханства и Ногайской Орды начинают практиковаться обращения «Белый царь», Каган, Белый или Западный Хан. В традиции русского дипломатического этикета титулatura царя играла очень важное значение, и дьяки Посольского приказа очень остро реагировали на всякое умаление, сокращение или ошибочную передачу титула московского царя. Однако обращение «Белый царь», «Белый падишах» никогда не отвергалось российской стороной. Подобный титул носил правитель северо-западной области Монгольской империи – Белой (Золотой) Орды. Это обращение было признанием статуса московского государя в качестве наследника ханской власти Золотой Орды [Цит по: 8, с. 48].

Как мы уже отмечали, каждый потомок Чингисхана по политico-правовой системе чингизизма, утвердившейся на просторах Дешт-и-Кыпсака (в т. ч. и в среде башкир), являлся потенциальным претендентом на ханский престол в том или ином постордынском государственном образовании. Для башкир Ногайской Орды именно ханы Сибири и Казани являлись олицетворением легитимной власти, чего нельзя сказать о ногайских правителях. Взятие же Казани московским царем была воспринята башкирами как очередная смена власти. Они воспринимали его в качестве законного преемника власти монгольских правителей. В шежере юрматынцев отмечено, что только взяв Казань, Белый бий Иван Грозный стал падишахом [4, с. 57]. Таким образом, завоевание Казанского ханства, по мнению башкир, возвысило статус московского князя до императорского.

Первые посольства башкир были направлены именно в Казань, ко двору нового

владетеля ханского престола (несмотря на то, что уже вскоре после завоевания города Иван Васильевич отбыл в Москву). Так, например, данное событие в шежере юрматынцев приводится следующим образом: «...Казань-город взяли русские. После этого Белый бий стал падишахом. ...И вместе вчетвером, взяв друзей-спутников, направились в Казань-город и покорились Белому бию-падишаху» [4, с. 57]. Подобные упоминания Ивана Васильевича как бия, падишаха, султана имеются и в шежере башкир родов Бурзян, Кыпсак, Усерган и Тамьян. В свою очередь во всех башкирских шежере ногайские правители не удостоились подобных титулов со стороны своих подданных – башкир.

И сам Иван Васильевич свои права на политическое наследство Золотой Орды отразил в своей пышной титулатуре. На Руси царями называли золотоордынских правителей. Подчеркивая равенство Русского государства с Ордой, а более того, свою правопреемственность от нее на востоке, Иван IV уже в 1547 г. принимает титул царя. Взятие Казанского, Астраханского и Сибирского ханств также находит отражение в полном титуле московских царей.

В целом практика взаимоотношений российского правительства с башкирами в XVI–XVII вв. свидетельствует о том, что некоторые общие принципы международного права были заимствованы Москвой из политico-правовой традиции Золотой Орды. Московская администрация руководствовалась не столько идеологическими представлениями, сколько прагматической целью: как с наименьшими людскими и материальными потерями добиться безопасности своих подданных, расширить территорию государства и увеличить поступления в казну. В этом отношении российские власти обязались «никогда не насиливать башкир в другую религию». В течение XVI–первой половины XVII в. власти не предпринимали шагов по христианизации башкир. С самого начала активизации восточной политики Иван IV всеми своими действиями демонстрирует преемственность своей власти от чингизи-

дов. Подобная политика позволяла московскому царю без военных действий добиваться подданства народов, находившихся в сфере джучиева права.

В башкирских шежере мы можем обнаружить основную информацию об условиях принятия башкирами российского подданства. Так, в шежере родов Усерган, Кыпсак, Бурзян, Тамъян и Тунгаур записано: «Составили указанную [договорную] грамоту, [в которой] особо написали о наших землях и религии, дали слово и поклялись башкир, исповедующих ислам, никогда не насиловать в другую религию, и чтобы мы, [башкирские] роды, стали нести искреннюю службу; [согласившись] на эти оговоренные между нами условия, взяв друг у друга подписи, нашу грамоту в городе Казани записали в книгу» [2, с. 79]. Как видим, в ходе оформления башкирами русского подданства были оговорены лишь принципиальные общие положения о вотчинном землевладении, ясачной подати, военной службе и вероисповедании.

Таким образом, предпринятая нами интерпретация различных шежере позволила выявить традиционные представления башкир о роли государственной власти, их отношение к образу русского царя. В ходе присоединения башкирских родов к Русскому государству были использованы традиционные методы и приемы приведения их под свое подданство. Способствовало этому факту то, что и башкиры, и русские земли некогда находились под управлением общего сюзерена – монгольских (золотоордынских) ханов. Прямые и косвенные данные, полученные из анализа башкирских шежере и их устного народного творчества, говорят о том, что условия и характер присоединения башкир к Русскому государству учитывали предшествующий статус башкирского края в структуре Золотой Орды и Ногайской державы. Были сохранены государственные традиции Золотой Орды в области управления Башкирией на протяжении второй половины XVI–первой трети XVIII в. Среди факторов, приведших к заимствованию подобных традиций в управлении из золотоордынской практики, были: 1. Вос-

приятие башкирами взятия Казани Иваном IV лишь как очередную смену хана; 2. Непосредственное знакомство русских властей и башкир с системой отношений между правителями Золотой Орды и его подданными; 3. Притязания русского царя на земли и население государств, возникших после распада Золотой Орды; 4. Демонстрация готовности царского правительства идти на уступки, что гарантировало прежний статус башкир в составе нового государства. Все вышеперечисленное вкупе с обоюдовыгодными условиями и определило добровольный характер вхождения башкирских родов в состав Русского государства.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научного проекта № 15-01-00123 «Государство в традиционном сознании народов юго-востока России XVI–XIX вв.».*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Надерголов М.Х. Башкирские историко-литературные сочинения XVI–начала XX века (вопросы зарождения жанровой системы и традиции). Уфа: Китап, 2013. 312 с.
2. Башкирские шежере / сост., перевод текстов, введение и комментарии Р.Г. Кузеева. Уфа, 1960. 305 с.
3. Башкирские шежере (Филологические исследования и публикации): сб. ст. Уфа, 1985. 162 с.
4. Башкирские родословные / сост., предисл., поясн. к пер., пер. на рус. яз., послесл. и указ. Р.М. Булгакова, М.Х. Надерголова; науч. рук. Р.Г. Кузеев. Вып. 1: Издание на русском языке. Уфа: Китап, 2002. 480 с.
5. Мазитов В.Р. Башкирское шежере как историко-этнографический источник: автореф. дис. ... канд. ист. наук. СПб., 2012. 21 с.
6. Буляков И.И. Условия и характер принятия башкирами золотоордынского и российского подданства // Известия Алтайского государственного университета. 2009. № 4–4. С. 36–39.
7. Буляков И.И. Золотоордынские государственные традиции в управлении башкирским краем во второй половине XVI–первой трети XVIII в. Уфа: ИИЯЛ УНЦ РАН, 2012. 180 с.
8. Азнабаев Б.А. Интеграция Башкирии в административную структуру Российского государства (вторая половина XVI–первая треть XVIII в.). Уфа: РИЦ БашГУ, 2005. 230 с.

9. Азнабаев Б.А. Правящие кланы тайбугидов и кучумовичи // Межэтнические и этноконфессиональные отношения: проблемы взаимодействия: Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 130-летию со дня рождения С.И. Руденко (г. Уфа, 23 октября 2015 г.). Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. С. 12–19.
10. Асфандияров А.З. Башкирия после вхождения в состав России (вторая половина XVI–первая половина XIX в. Уфа: Китап, 2006. 504 с.

### References

1. Nadergulov M.Kh. Bashkir historical and literary works of the 16th to the early 20th centuries (origin of the genre system and traditions). Ufa, Kitap, 2013. 312 p.
2. Bashkir shezhere. R.G. Kuzeев (compiler, translator and author of the introduction and annotations). Ufa, 1960. 305 p.
3. Bashkir shezhere. (Philological studies and publications). Sbornik statey. G.B. Khusainov (ed.). Ufa, 1985. 162 p.
4. Bashkir genealogies. R.M. Bulyakov and M.Kh. Nadergulov (compilers, translators, authors of the afterword, annotations and comments). R.G. Kuzeev (principal investigator). Issue 1. In Russian. Ufa, Kitap, 2002. 480 p.
5. Mazitov V.R. Bashkir shezhere as a historical and ethnographic source. PhD Thesis in History. St. Petersburg, 2012. 21 p.
6. Bulyakov I.I. Conditions and nature of the adoption of the Golden Horde and Russian citizenship by the Bashkirs. Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta, 2009, no. 4–4, pp. 36–39.
7. Bulyakov I.I. The Golden Horde governmental traditions in the management of the Bashkir region in the second half of the 16th to the first third of the 18th centuries. Ufa, IIYaL UNTs RAN, 2012. 180 p.
8. Aznabaev B.A. Integration of Bashkaria into the administrative structure of the Russian state (second half of the 16th to the first third of the 18th centuries). Ufa, RITs BashGU, 2005. 230 p.
9. Aznabaev B.A. Ruling clans of the Taibughides and the Kuchums. Inter-ethnic and ethno-confessional relations: Interaction problems. Materialy Bserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 130-letiyu so dnya rozhdeniya S.I. Rudenko. (Ufa, October 23, 2015). Ufa, RITs BashGU, 2015, pp. 12–19.
10. Asfandiyarov A.Z. Bashkaria after the incorporation into the Russian state (second half of the 16th to the first half of the 19th centuries). Ufa, Kitap, 2006. 504 p.

---

## BASHKIR SHEZHERE ABOUT THE ADOPTION OF THE RUSSIAN CITIZENSHIP

© I.I. Bulyakov

Institute of History, Language and Literature, Ufa Scientific Centre, RAS,  
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

The genealogical records of the Bashkirs called “shezhere” have been actively introduced into scientific use since the second half of the 20th century, as they contain not only the kinship chains, but also some important data and facts on the history of the Bashkir people and the Bashkir region as a whole. During this period the author of this paper have published a collection of the Bashkir genealogies with sufficiently informative and scientifically based annotations and defended his PhD thesis. The genealogies contain all basic information about the conditions of the Bashkirs’ adoption of the Russian citizenship and are widely used when studying the issues related to the incorporation of Bashkiria into the Russian state. Based on the Bashkir genealogies, the author examines the way of adopting the Russian citizenship by the Bashkir tribes through the prism of the attitude of the Bashkir elites and society towards the Russian state, tsarist power and the image of the monarch. This in turn enables the author to lift the veil on still a disputable issue related to the nature of adopting the Russian citizenship by the Bashkir tribes. For this purpose, the author undertakes a small excursion into the 13th century when the Bashkirs’ citizenship under the rule of the Golden Horde was formed. Thorough analysis of the sources suggests that conditions for the incorporation of the Bashkirs into the Russian state took into account the former status of the Bashkir region within the structure of the Golden Horde and the Khanate of Nogay. Governmental traditions of the Golden Horde were preserved in the management of Bashkiria during the second half of the 16th to the first third of the 18th centuries allowing the painless incorporation process into the Russian state for the majority of the Bashkir tribes with the lands they used to occupy. However, the author notes that the Trans-Ural Bashkirs continued quite naturally to remain faithful to Genghis Khan’s descendants due to the fact that they had long been influenced to the greatest extent by the political and legal system of Genghis-Khan-ism and directly involved into the ulus-wing system of the Mongol Empire and the Golden Horde later on. In this connection, it is concluded about the forced conversion of such tribes as Tabyn, Katay, Synryan and Salzhut to the Russian citizenship.

Key words: Bashkirs, shezhere, citizenship, Golden Horde, Russian state, tsar’s image.

## «ЯЗЫЧЕСКИЕ» РЕЛИГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

© Р.Р. Садиков

Посвящена религиоведческому анализу «языческих» религий. Показано, что термин «язычество» имеет условный и собирательный характер и предпочтительно использование определений «традиционная» или «этническая» религия. Отличительная черта подобных религий в том, что верования и обряды передаются посредством устной традиции от поколения к поколению, у них не существует кодифицированных текстов, организационных структур; религия функционирует не сама по себе в виде церковных организаций, а теснейшим образом вплетена в этническую культуру, этническую традицию. Поэтому под традиционной (этнической) религией понимается политеистическая религиозная система, сложившаяся у этноса в процессе его исторического развития и передаваемая новым поколениям посредством устной традиции. В статье дается общая характеристика распространенных в Башкортостане локальных вариантов марийской, удмуртской и чувашской «языческих» (этнических) религий.

Ключевые слова: «язычество», этническая религия, марийцы, удмурты, чуваши, Республика Башкортостан.

Исторически сложилось так, что коренные этносы Волго-Уральского региона оказались в поле влияния двух мировых религий: ислама и христианства. Татары и башкиры восприняли суннитский ислам. Мордва, основная часть удмуртов, марийцев и чувашей в результате насильтственных мер, направленных на их христианизацию, стали считаться православными. Но, как отмечает Р.Г. Кузеев, «среди основной массы сравнительно недавно христианизированных финно-угорских народов, а также чувашей, конфессиональное самосознание на основе христианской религии все же к рубежу XIX–XX вв. глубоко не утвердилось» [1, с. 263]. В культуре этих народов причудливым образом переплелись православное вероучение и свои исконные религиозные верования и обряды. Таким образом, у них сложился христианско-языческий синкретизм. Многие группы этих народов восприняли православие формально, по сути дела оставаясь язычниками. К православным обрядам они относились как к государственной обязанности, а священников воспринимали как своего рода чиновников. В то же время среди удмуртов, марийцев и чувашей сохранились довольно значительные группы, которые не подверглись даже формальной христианизации. В статистических документах XIX столетия они отме-

чались как «язычники», т.е. исповедующие свои исконные религии.

В научном определении данных религий наблюдается значительная терминологическая путаница. В литературе они называются то «язычеством», то «дохристианскими верованиями» или же «традиционными верованиями». Но ни одно из этих определений не раскрывает их сути и содержания. Понятие «язычество» не является научным термином, несет в себе негативный оттенок, и поэтому не может служить в качестве такого. Как заметил С.А. Токарев, «об употребляемых иногда обозначениях – «языческие религии», «идолопоклонство» и т.п. – нечего и говорить: им место разве лишь в церковно-миссионерской литературе, а никак не в научной» [2, с. 24]. Б.А. Рыбаков, изучавший религиозные верования древних славян, также признавал, что понятие «язычество» лишено всякого научного терминологического значения [3, с. 3].

Как известно, термин «язычество» семантически связан с латинским словом *pagan*, производными которого являются *paganicus* «деревенский», *paganus* «деревенский, крестьянский, простой», *paganalia* «сельский праздник», *paganismus* «язычество». Последнее слово использовалось христианами после объявления их религии госу-

САДИКОВ Ранус Рафикович – д.и.н., Институт этнологических исследований им. Р.Г. Кузеева Уфимского научного центра РАН, e-mail: kissapi@mail.ru

дарственной, для отделения себя от населения, продолжавшего исповедовать древнеримскую религию. Само название «язычество» происходит от славянского слова «языци», обозначавшего народов, говоривших на других, неславянских языках. Как отмечает С.М. Червонная, понятие «язычество» «было выработано христианской теологией для обозначения верований и их носителей, не признающих единого Бога, и в данной теологической интерпретации этот термин имел однозначную окраску, указывал на неправильность языческой веры как на подлежащее искоренению и исправлению греховное заблуждение дикарей» [4, с. 38]. В «Своде этнографических понятий и терминов»дается такое определение язычества: «широкий по содержанию термин, выработанный христианской теологией для обозначения неиудейских и нехристианских политеистических религий и верований... Термину «язычник» соответствует мусульманский термин «неверный» (кяфир). Для целей научного исследования термин язычество неудобен из-за своей неопределенности» [5, с. 223–224]. Но, как справедливо отмечает Е.А. Ягафова, применение условного термина «язычество» все же приемлемо, когда рассматривается религиозная ситуация в дореволюционный период, т.к. он был в официальном употреблении наряду с такими устаревшими обозначениями как «иноверцы» и «кинородцы». Исследователь предлагает при использовании этого термина заключать его в кавычки («язычество»), показывая тем самым, что речь идет об условности [6, с. 7].

Наименование «дохристианские верования» также неприемлемо, т.к. последователи этих религий никогда христианства не придерживались. Данное определение может быть использовано при рассмотрении синcretичных верований у крещенных групп поволжских народов, но никак у «язычников». Как, например, применительно к мусульманским народам, при исследовании их исконных верований используется термин «доисламские верования».

Термин «традиционные верования» обычно определяется как характерные для первобытной эпохи представления, отражающие веру человека в существование сверхъестественных сил и существ, управляющих процессами и явлениями материального мира. Но удмуртская, марийская и чувашская

религиозные системы – это не просто набор первобытных верований, а исторически сложившиеся целостные религии. Поэтому данный термин с научной точки зрения также некорректен.

В науке на сегодняшний день сложился целый набор терминов для definicции религий, определяемых ранее как «язычество» и «paganism», т.е. религий политеистического круга, сложившихся у разных этнических общностей в ходе их исторического развития и противопоставляемых монотеизму. В российской науке часто используются определения «традиционная», «народная», «анимистическая», «исконная», «доиндустриальная», «архаическая», «древняя», «фольк-», «племенная», «этническая» религия и т.д. В англоязычной литературе широко применяются термины folk, ordinary, original, natural, old-timer, traditional, popular, ethnic, peasant, primordial, native, aboriginal, primitive religion.

Определение сущности этнических религий (ethnic religion) дано немецким религиоведом Г.-Ю. Грешатом. По его мнению, несмотря на огромное число существующих и существовавших в мире этнических религий, для них характерны:

- принадлежность их небольшим общинам;
- географическая ограниченность;
- воспроизведение на основе устной традиции, в связи с чем старшее поколение становится хранителем религиозных традиций;
- принадлежность к религии определяется происхождением, а не обращением в веру, как, например, в христианстве, поэтому ключевым понятием в них является родство по происхождению, на первом плане стоит не вера, а община, этническое сообщество, основанное на единстве происхождения. Это исключает миссионерскую деятельность, т.к. невозможно распространять свою веру среди «чужих», у которых есть своя вера [7, с. 223–248].

На наш взгляд, целесообразно пользоваться терминами «традиционная религия» или «этническая религия». Главная отличительная черта подобных религий в том, что верования и обряды передаются посредством устной традиции от поколения к поколению. У них не существует кодифицированных текстов, организационных структур; религия существует не сама по себе в виде церковных организаций, а теснейшим образом впле-

тена в этническую культуру, этническую традицию. Поэтому под традиционной (этнической) религией нами понимается политеистическая религиозная система, сложившаяся у этноса в процессе его исторического развития и передаваемая новым поколениям посредством устной традиции.

Термин «традиционная религия» нашел применение в политологической и религиоведческой литературе, но используется он в ином ракурсе. Здесь он употребляется в качестве условного термина для обозначения религий народов, которые изначально жили на территории какого-либо государства на протяжении веков, в противоположность «нетрадиционным» религиям, привнесенным извне в течение последних десятилетий. Но здесь уместнее были бы термины «традиционные религиозные организации», «традиционные вероисповедания», «традиционные конфессии».

Этнические религии сформировались в эпоху патриархально-родового строя, до возникновения классово-государственных отношений. Некоторые из них в период образования государств превратились в т.н. «национальные» религии со сложной церковной структурой и письменной традицией (например, религии Древнего Востока, Древней Греции и Рима, индуизм, синтоизм, зороастризм, иудаизм и т.д.) [2, с. 21]. В недрах национальных религий оформились «мировые» религии, к которым относят буддизм, христианство и ислам. Термины «национальные» и «мировые» религии широко используются в религиоведческой литературе. Традиционные (этнические) религии сохранились у тех общностей, у которых в силу определенных исторических причин не сформировались собственные государственные образования, и которые были интегрированы в социально-политическую структуру государств иного этнического происхождения с господствовавшими в них «национальными» или «мировыми» религиями.

В Волго-Уральском регионе этнические религии представлены у удмуртов, марийцев и чuvашей. Удмурты, исповедующие традиционную религию, расселены небольшими группами преимущественно на северо-западе Башкортостана и юге Пермского края, но проживают также в Удмуртии и Татарстане. Марийская традиционная религия сохранилась на северо-западе Башкортостана, юго-западе Свердловской области,

севере Татарстана, а также в северо-восточных районах Марий Эл. Этническую религию исповедуют некоторые группы чuvашей Самарской и Ульяновской областей, Башкортостана, Чувашии, наиболее многочисленны они в Татарстане. Достаточно сильные языческие традиции сохранились у мордвы.

В некоторых научных публикациях процесс возрождения этнических религий народов Волго-Уральского региона трактуется как проявление неоязычества [8, с. 144–157]. На наш взгляд, это терминологическое определение (неоязычество) применимо в отношении попыток возрождения, реанимации давно нефункционирующих «языческих» традиций, например, древнеславянских или древнетюркских. Касательно религий волго-уральских народов в большинстве случаев речь идет о возрождении традиций, которые не прерывались, но под прессингом государственной антирелигиозной политики приняли подпольный, полулегальный характер. Таким образом, это явление не может быть обозначено как «нео», а является естественным процессом восстановления утраченных позиций. Подобного взгляда придерживаются и некоторые другие исследователи [9, с. 112].

**Марийцы** Башкортостана являются одной из локальных групп этого народа, которые придерживаются своих традиционных верований. Среди причин миграции марийцев на башкирские земли одна из главных – стремление сохранить веру своих предков. Отделяя себя от крещеных марийцев, они называют себя «чи мари» – «истинные марийцы». Здесь необходимо отметить, что марийцы Марий Эл в прошлом подверглись крещению и ныне официально считаются православными, в то время как основная часть марийцев Башкортостана не были крещены даже формально и сохранили в целости свои религиозные традиции. Несмотря на запрет проведения молений в советские годы, они упорно продолжали исполнять обряды предков. В 90-е гг. XX столетия они с энтузиазмом взялись за возрождение своей религии: был создан Совет жрецов, стали проводиться съезды, было возобновлено проведение молений во многих населенных пунктах. Одну из причин сохранения среди марийцев Башкирии

высокого этнического самосознания исследователи видят именно в их приверженности традиционной религии. Основу марийской религии составляют аграрные и семейно-родовые культы. Они верят в существование множества богов и духов, олицетворяющих различные силы природы. Верховный бог марийцев *Кугу Юмо* – творец мира и человека, вседержитель и управитель всей вселенной. Поклоняются также *Пигамбару* и *Пуйыришо Юмо* – курьеру и помощнику верховного бога. Сильно развит культ женских божеств: *Юмын ава* – мать богинь, *Кече ава* – мать солнца, *Мланде ава* – мать земли, *Тул ава* – мать огня и т.д. Кроме того, почитают умерших предков и основателей родов. Проводят общедеревенские и окружные общественные моления-жертвоприношения (*күсё кумалтыши*, *мер кумалтыши*), связанные с земледельческим циклом. Их проводят в священных рощах *күсото*. Организаторами жертвоприношений выступают выборные жрецы *молла/карт* и их помощники *учо*. Родовые и семейные жертвоприношения и другие обряды проводят в священных рощах *керемет* (ранее также в святилищах *кудо* – срубных постройках с самцовкой крышей), где почитают основателей и покровителей родов. Руководят этими молениями старейшины родов и главы семей. Всеобщим почитанием у восточных марийцев пользуется святилище *Султан Керемет* в окрестностях с. Большесухоязово Мишкинского района Башкортостана. В период с 2009 по 2014 год в Башкортостане были учтены 3 незарегистрированные общины «язычников» марийцев, которые действовали в виде религиозных групп при национально-культурных общественных объединениях. Одним из авторитетных служителей культа является *карт* Шамыкаев Ш.Ш., проживающий в д. Калмаш Калтасинского района.

Религия закамских **удмуртов** (Башкортостан, Пермский край) также имеет свою самобытную историю функционирования. В то время как удмурты на исконной территории проживания подверглись довольно глубокому воздействию православия, закамские удмурты сумели сохранить свою религию в целостности. По их мнению, они «настоящие удмурты» (*чын удмортъёс*), в отличие от крещеных. Переселение своих пред-

ков на земли башкир они объясняют исключительно стремлением сохранить свою веру, желанием избежать христианизации. Сами закамские удмурты называют свою религию «*Инмарлы оскон*» – «вера в Инмара» или «*удморт вёсь*» – «удмуртская религия». В то же время данная религиозная система не представляет собой единую кодифицированную схему, как и любая другая традиционная религия, а проявляется во множестве локальных вариантов, имеющих определенные различия в обрядности. Религия закамских удмуртов характеризуется значительной развитостью, о чем свидетельствуют многочисленный пантеон, особые служители культа, специальные места молений, детально разработанные обряды.

На вершине удмуртского Олимпа находится верховный бог *Инмар* – бог неба, создатель мира. Очень почитаем наряду с ним *Кылчин* – посредник между богом и людьми. Его всегда упоминают в молитвах рядом с именем Инмара. Особым почитанием у удмуртов пользуется злое божество *Луд*, которому необходимо приносить умилостивительные жертвы. Следующую ступень в иерархии занимают духи-покровители природных стихий и дворовых построек, различные категории низших духов и т.д. Удмурты почитают также родовых покровителей – *воишуд* и своих умерших предков.

Для поклонения богам и духам были выработаны различные обряды, которые совершались выборными служителями культа – *вёсясь*, *куриськись*. Причем религиозную общину обслуживали два верховных служителей культа: *бадзым вёсясь* (великий жрец) совершал жертвоприношения Инмару; *керемет утись* (хранитель керемета) обслуживал культ Луда. Почитание родовых божеств находилось в ведении *куала утись* (хранитель куала). Обряды, связанные с почитанием предков, совершались старшими членами семей. Служители культа имели специальную ритуальную одежду: белый кафтан (*шортдэрэм*) и белую войлочную шляпу. Признанным авторитетом у удмуртов-«язычников» пользуются *вёсяси* Н.С. Садриев из д. Бальзюга Татышлинского и А.Ш. Галиханов из д. Алтаево Бураевского районов.

Религиозные ритуалы и жертвоприношения совершались в специально отведенных местах.

В каждой деревне имелись священные рощи: *бадъым вёсь и керемет*, где приносились жертвы Инмару и Луду. Определенные моления, связанные с земледельческим трудом, совершались на полях. Средоточием культа родового покровителя являлась *куала* – бревенчатая постройка с самцовкой крышей, земляным полом, без потолка и окон, с открытым каменным очагом. Каждый род имел свою *куалу*. Обряды почитания предков проводились дома у предпечья.

Удмурты имели сложную религиозную организацию. Жители нескольких деревень, обычно связанные общим происхождением, объединялись в крупную религиозную общину – *мер, мёр*. Ежегодно или раз в три года проводились крупные моления такой общинны – *мер/мёр вёсь*. Существовало также объединение всех удмуртов – «язычников» бывших Уфимской и Пермской губерний – *эль*, которое проводило свои моления *элен вёсь*. Жители одной деревни составляли более мелкую общину, которая проводила моления *бадъым вёсь, лудэ пырон* и многие другие.

Так же, как и марийцы, удмурты в советские годы, несмотря на запреты, продолжали придерживаться обычаяев и традиций своих предков. В настоящее время традиционная религия у закамских удмуртов активно возрождается. Проводятся общедеревенские (*гуртэн вёсь*) и окружные (*мер вёсь*) моления. В 2008 г. возрождено проведение *элен вёсь*, на которых принимают участие представители удмуртов Башкортостана и Пермского края. Моление проводится ежегодно по очереди в одной из трех деревень: д. Алтаево Бураевского, д. Старый Варяш Янаульского и д. Кирга Куединского районов.

**Чуваши** Башкортостана в основной своей массе являются православными христианами. Но, как отмечает Е.А. Ягафова, православное вероисповедание у них проявляется только во внешней атрибутике, в основе же фактической религиозности лежит чувашское язычество [6, с. 60]. Некрещеные чуваши в Башкирии проживают в д. Юльтимировка Бакалинского района, где ежегодно устраивается моление-жертвоприношение *учук*. Несколько семей живут в с. Ахманово того же района [10, с. 198]. Основное число чувашей-

язычников (*чан чаваш* – «истинные чуваши») проживают в Татарстане, Самарской и Ульяновской областях. Основу религиозной системы чувашей-язычников составляют аграрные и семейно-родовые культы. Во главе традиционного чувашского пантеона стоит *Турә* – верховный бог, творец мира и правитель вселенной. Почитают также божества *Кене* – ведающего судьбами человеческого рода, *Пүләхçे* – определителя людских судеб, *Пихампара* – покровителя домашнего скота и наделяющего людей душевными качествами и т.д. Особое место среди них занимает *Киремет* – посредник между богами верхнего мира и духами нижнего мира. В старину место его почитания огораживалось. Предводителями молений (*чүк*) выступают знающие ритуалы старики (*мачавар*), юльтимировские чуваши-язычники называют их *мулла*. Язычество чувашей проявляется также в соблюдении ими некоторых традиционных календарных и семейно-родовых обрядов, погребальном ритуале (*юпа*), бытования дохристианских имен.

**Мордва** Башкортостана также являются последователями христианства (православные, староверы, молокане). Христианская обрядность и вероучение достаточно глубоко укоренились в народном сознании, но все же сохранились многие языческие верования и представления. Особое место среди них занимает почитание духов-покровителей природных стихий и дворовых построек (*Ведь ава* – «мать воды», *Вирь ава* – «мать леса», *Юрт/Куд ава* – «мать дома» и т.д.). Похоронно-поминальный цикл обрядов также сохраняет многие языческие черты. В д. Наумкино Аургазинского района пожилые женщины еще в 50-е гг. XX столетия ежегодно после посевной на Вознесение у родника проводили моление *бабань каши*. Варили кашу и молились, прося у бога дождя. В настоящее время его проводят только в случае засухи.

Многие домусульманские верования и обряды, связанные с почитанием духов-покровителей, сохраняются среди башкир. Определенный пласт «языческих пережитков» присутствует в народных верованиях также других народов региона, официально исповедующих православие или ислам.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кузеев Р.Г. Народы Среднего Поволжья и Южного Урала. Этногенетический взгляд на историю. М., 1992. 347 с.
2. Токарев С.А. Ранние формы религии. М., 1990. 622 с.
3. Рыбаков Б.А. Язычество древних славян. М., 1981. 782 с.
4. Червонная С.М. Финно-угорский мир России, его религиозный «перформанс» и вызовы современной культуры // Феномен Удмуртии. Т. 3. Кн. 2. М.; Ижевск, 2003. С. 16–67.
5. Серебрякова М.Н. Язычество // Свод этнографических понятий и терминов. Вып. 5. Религиозные верования. М., 1993. С. 223–224.
6. Ягафова Е.А., Данилко Е.С., Корнишина Г.А., Молотова Т.Л., Садиков Р.Р. Этноконфессиональные меньшинства народов Урало-Поволжья. Самара, 2010. 264 с.
7. Грешат Г.-Ю. Этнические религии // П. Антес. Религии современности. История и вера. М., 2001. С. 223–248.
8. Шнирельман В.А. Назад к язычеству? Триумфальное шествие неоязычества на просторах Евразии // Неоязычество на просторах Евразии. М., 2001. С. 130–169.
9. Попов Н. Современное язычество финно-угорских народов России // Финно-угроведение. 2001. № 1. С. 109–115.
10. Садиков Р.Р., Петров И.Г. Моление учука непрещеных чувашей с. Юльтимировка Бакалинского района Республики Башкортостан // Н.В. Никольский и чувашская гуманитарная наука XX века. Чебоксары, 2005. С. 198–203.

**References**

1. Kuzeev R.G. Peoples of the Middle Volga region and the South Urals. Ethnogenetic glance at the history. Moscow, 1992. 347 p.
2. Tokarev S.A. Early forms of religion. Moscow, 1990. 622 p.
3. Rybakov B.A. Paganism of the Early Slavs. Moscow, 1981. 782 p.
4. Chervonnaya S.M. The Finno-Ugric world of Russia, its religious “performance” and challenges of the modern culture. Fenomen Udmurtii. Vol. 3. Book 2. Moscow – Izhevsk, 2003, pp. 16–67.
5. Serebryakova M.N. Paganism. Svod etnograficheskikh ponyatiy i terminov. Issue 5. Religioznye verovaniya. Moscow, 1993, pp. 223–224.
6. Yagafarova E.A., Danilko E.S., Kornishina G.A., Molotova T.L., Sadikov R.R. Ethno-confessional minorities of the peoples of the Ural and Volga regions. Samara. 2010. 264 p.
7. Greschat H.-J. Ethnic religions. In: Antes P. Religii sovremennosti. Istoriya i vera. Moscow, 2001, pp. 223–248.
8. Shnirelman V.A. Back to Paganism? Triumphal progress of neopaganism in the expanse of Eurasia. Neoyazychestvo na prostorakh Evrazii. Moscow, 2001, pp. 130–169.
9. Popov N. Modern paganism of the Finno-Ugric peoples in Russia. Finno-ugrovedenie, 2001, no. 1, pp. 109–115.
10. Sadikov R.R., Petrov I.G. The *uchuk* praying of the unbaptized Chuvashes in the village of Yultimirovka, Bakalinsky district, Republic of Bashkortostan. N.V. Nikolskiy i chuvashskaya gumanitarnaya nauka XX veka. Cheboksary, 2005, pp. 198–203.

---

**«PAGAN» RELIGIONS IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

---

© R.R. Sadikov

Kuzeev Institute for Ethnological Studies, Ufa Scientific Centre, RAS,  
6, ulitsa K. Marksа, 450077, Ufa, Russian Federation

The paper is devoted to the issues in studying the «pagan» religions. The term «paganism» is shown to be conventional and generalized in nature, and it is better to use the notions «traditional» or «ethnic» religion. The distinguishing feature of such religions is that beliefs and rites are transmitted orally from one generation to another; there are no codified texts and institutional frameworks; faith does not function as the Church or other religious institutions, but it is intricately interwoven into the ethnic culture and tradition. Consequently, traditional (ethnic) religion is understood as a polytheistic system formed in the historical development of an ethnus and transmitted to new generations by means of oral tradition. This research discusses general characteristics and local varieties of the Mari, Udmurt and Chuvash «pagan» (ethnic) religions found in Bashkortostan.

Key words: «paganism», ethnic religion, Maris, Udmurts, Chuvashes, Republic of Bashkortostan.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ФАКТОР СОЦИАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

© Р.М. Садыков

Снижение объемов производства сельскохозяйственной продукции и государственной поддержки аграрного сектора экономики привело к обострению проблемы обеспечения продовольственной безопасности и социальной устойчивости сельских территорий. В бедственном положении находятся крупные сельскохозяйственные предприятия, недостаточно развиты фермерские и личные подсобные хозяйства населения. В условиях кризиса сложилась принципиально новая структура производства продукции сельского хозяйства в Республике Башкортостан. В регионе наблюдается тенденция роста доли продукции хозяйств населения в общем объеме аграрного производства. Рост зафиксирован как в производстве продукции растениеводства, так и продукции животноводства. В условиях нестабильности в стране домашние хозяйства селян не только сохранили свое устойчивое положение среди производителей сельскохозяйственной продукции, но и заметно увеличили объемы производства. Очевидно, что личное хозяйство является источником наиболее ценных продуктов питания, то есть обеспечивает, как правило, сельское население такими продуктами, как мясо, молоко, картофель, овощи, мед, основные виды фруктов и ягод. Частный сектор выступает для сельских жителей основным источником потребляемых продуктов питания, дополнительных доходов, занятости и фактором социальной устойчивости в условиях нестабильности.

Сегодня большинство сельскохозяйственных товаропроизводителей в хозяйственном отношении разобщены и не могут противостоять новым кризисным условиям. Реальным условием выхода аграрного сектора экономики из создавшейся ситуации является переход на устойчивую инновационную модель развития. Устойчивое инновационное развитие сельского хозяйства определяется повышением уровня производства местных конкурентоспособных продуктов питания, обеспечением продовольственной и социальной безопасности территорий. Важным является совершенствование региональной аграрной политики и повышение конкурентоспособности продукции местных производителей, а также увеличение инвестиционной привлекательности отрасли. Одним из главных факторов устойчивого инновационного развития аграрных территорий является гармоничное сочетание коллективных, фермерских и семейных форм хозяйствования, обеспечивая, таким образом, стабильный доступ к продуктам питания, сокращение безработицы и повышение уровня доходов сельского населения. Для решения данной задачи необходимо поддерживать региональные образовательные инициативы, использование экономических инноваций и развитие приемлемых новых технологий.

Ключевые слова: сельское население, социальная устойчивость территорий, сельская занятость, личное подсобное хозяйство, продовольственное обеспечение, устойчивое развитие сельских территорий.

Снижение объемов производства сельскохозяйственной продукции и государственной поддержки аграрного сектора экономики в пореформенный период привели к обострению проблемы обеспечения продовольственной безопасности и социально-экономического кризиса сельских территорий [1]. Объявленная аграрная реформа подорвала возможности крупных сельскохозяйственных организаций и разрушила их. В пореформенный пери-

од значительная часть ресурсов и производственной деятельности переместилась из крупных сельскохозяйственных организаций в мелкие производства – в личные подсобные (домашние) хозяйства сельского населения (ЛПХ) и фермерские (крестьянские) хозяйства. В результате ухудшения экономических условий производства в крупных сельскохозяйственных организациях аграрного сектора региона сложилась принципиально новая структура

производства продукции сельского хозяйства. Личное домашнее хозяйство превратилось из вспомогательного источника в преобладающий источник сельскохозяйственной продукции. В новых условиях кризиса в аграрном секторе за счет ЛПХ удалось в значительной мере восполнить падение производства в сельском хозяйстве Республики Башкортостан [2].

Республика Башкортостан по производству продукции сельского хозяйства занимает передовые места по Российской Федерации и в Приволжском федеральном округе. Регион находится в числе лидеров по поголовью крупного рогатого скота, лошадей, по производству картофеля, сахарной свеклы, овощей, молока и меда. Сельскохозяйственными производителями республики в 2014 г. произведено продукции на сумму 135.5 млрд рублей (101.1% в сопоставимой оценке к 2013 г.), из них продукции растениеводства – 55.5 млрд рублей (99% к 2013 г.), продукции животноводства – 80.1 млрд рублей (102.7% к 2013 г.) [3].

Объем производства продукции сельского хозяйства в 2015 г. составил 152,1 млрд рублей (103.2% к 2014 г.), в том числе продукции растениеводства – 67.6 млрд рублей (107.3%), продукции животноводства – 84.5 млрд рублей (100.2%). Продукция сельского хозяйства в организациях всех категорий в 2014 г. составила 105.0% относительно 2013 г.; в 2015 г. этот показатель составил 104.0%.

Большая часть продукции в 2015 г. получена в личных хозяйствах населения (54.0%),

доля сельскохозяйственных организаций составила 36.6%, крестьянских (фермерских) хозяйств – 9.4% (в 2014 г. – 59.7%, 33.1%, 7.2% соответственно). В хозяйствах всех категорий произведено 3005.4 тыс. т зерна (124.1% к уровню 2014 г.); 1133.5 тыс. т картофеля (93.8%), 1301.2 тыс. т сахарной свеклы (104.1%), 267.9 тыс. т подсолнечника (127.1%), 366.3 тыс. т овощей (104.8%). Основная доля зерна, сахарной свеклы и подсолнечника выращена в сельскохозяйственных организациях, картофеля и овощей – в личных хозяйствах населения.

Площадь сельскохозяйственных угодий в республике в пореформенный период неизначительно уменьшилась с 7208.5 тыс. га в 1990 г. до 7068.2 тыс. га в 2014 г. Существенно сократилась площадь посевых земель с 4387,1 тыс. га в 1990 г. до 3103 тыс. га в 2014 г., соответственно, снизилось производство зерна. Снизилась численность занятых в аграрном секторе региона с 379.4 тыс. чел. в 1990 г. до 66.5 тыс. чел. в 2014 г. Более чем пятикратное сокращение численности занятых в аграрной отрасли при сохранении прежнего уровня производства означает скачок в интенсификации производства (табл. 1).

В хозяйствах всех категорий в 2014 г. произведено скота и птицы на убой в живом весе 393.8 тыс. т (105.7% к 2013 г.), молока – 1773,1 тыс. т (103.6%), яиц – 1037.8 млн штук (93.0%). Большая часть произведенного мяса

Таблица 1

*Основные показатели сельского хозяйства в Республике Башкортостан*

Показатели	Годы					
	1990	1995	2000	2005	2010	2014
1. Сельскохозяйственные угодья, тыс. га, в том числе:						
пашня, тыс. га, из них:	7208.5	7231.8	7205.2	7135.1	7334.5	7068.2
посевные площади, тыс. га	4849.2	4827.1	4307.2	3669.0	3665.8	3640.1
2. Численность занятых в с/х, тыс. чел.	4387.1	4245.8	3713	3048	3147	3103
3. Производство продуктов с/х, тыс. т						
в том числе: зерно, тыс. т	1586.1	960.5	1147.7	1175.8	376.5	1250.0
сахарная свекла, тыс. т	89.5	33.5	126.2	125.7	56.9	211
подсолнечник, тыс. т	1379.4	1009.4	664.4	1186.2	408.9	1208
картофель, тыс. т	193.3	227.6	202.2	314.7	254.3	349
овощи, тыс. т						

(57.7% от всего производства) и молока (62.8%) сосредоточена в личных хозяйствах населения. Производство яиц по-прежнему сконцентрировано в сельскохозяйственных организациях (71.9%). К началу 2015 г. численность крупного рогатого скота по республике составила 1236.6 тыс. голов (99.7% к началу 2014 г.), в том числе коров – 488.1 тыс. (98.8%); свиней – 268.0 тыс. голов (93.2%), овец и коз – 845.9 тыс. (102.7%), лошадей – 124.8 тыс. голов (99.1%). В домохозяйствах населения содержится 55.7% от общей численности крупного рогатого скота, 19.4% свиней, 87.1% овец и коз, 51.5% лошадей [3].

В целом Республика Башкортостан обеспечивает население региона необходимым количеством сельскохозяйственного продовольствия (табл. 2).

В Республике Башкортостан личное подсобное хозяйство превратилось в сектор сельского хозяйства, опережающий по многим показателям крупные сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства (табл. 3).

Судя по табл. 3, в пореформенный период в регионе наблюдается тенденция роста доли продукции хозяйств населения в общем объеме аграрного производства. Рост зафиксирован как в производстве продукции растениеводства, так и продукции животноводства: продукции растениеводства произведено почти на одну треть больше, животноводства – более чем в два раза, чем в сельскохозяйственных организациях. В условиях экономического и финансового кризиса в стране домашние хозяйства селян не только сохранили свое устойчивое положение среди производителей сельскохозяйственной

Таблица 2

*Уровень самообеспечения основной сельскохозяйственной продукцией (в %)*

Годы	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Мясо	87.7	88.7	74.3	72.1	73.5	79.8
Молоко	110.6	111.6	106.1	108.6	105.8	107.8
Яйца	108.2	92.1	90.9	88.7	86.2	81.6
Картофель	101.1	47.4	123.4	83.8	117.5	106.1
Овощи и бахчевые культуры	100.1	68.7	83.0	69.7	84.5	81.5

Таблица 3

*Продукция сельского хозяйства по категориям хозяйств Республики Башкортостан в фактически действовавших ценах (в % к итогу)*

Годы	Сельскохозяйственные организации	Личные подсобные хозяйства	Фермерские хозяйства
2000	50.0	48.9	1.1
2005	32.8	62.6	4.6
2010	28.7	67.4	3.9
2013	32.2	61.6	6.2
2014	32.6	60.3	7.1
Продукция растениеводства			
2000	63.2	35.1	1.7
2005	45.7	47.2	7.1
2010	30.0	66.0	4.0
2013	37.1	55.0	7.9
2014	35.6	55.1	9.3
Продукция животноводства			
2000	38.9	60.6	0.5
2005	24.1	73.0	2.9
2010	28.0	68.2	3.8
2013	28.6	66.5	4.9
2014	30.4	64.2	5.4

продукции, но и заметно увеличили объемы производства [4]. В Республике Башкортостан значение этой формы хозяйствования намного выше, чем в России [5].

В аграрном секторе региона в 1990 г. на крупные сельскохозяйственные организации приходилось 59.8% продукции отрасли, а в 2015 г. на них приходится только 36.6%. При этом доля животноводческой продукции в сельскохозяйственных организациях снизилась с 56.0% в 1990 г. до 30.0% в 2015 г. На фоне ежегодного падения производства в крупных организациях объемы животноводческой и растениеводческой продукции в частных хозяйствах увеличивались. Это прежде всего касается производства молока, мяса и овощей, что в очередной раз свидетельствует о серьезном вкладе личного аграрного сектора в продовольственное обеспечение населения региона (табл. 4, 5).

Личные подсобные и крестьянские хозяйства производят больше животноводческой продукции, чем сельскохозяйственные организации, прежде всего мясо и молоко. Это объясняется тем, что значительная часть мелких домашних хозяйств специализирует-

ся в животноводстве. Рост физического объема валовой продукции личного сектора обусловлен притоком рабочей силы, высвобождаемой из сельскохозяйственных организаций в связи с сокращением объемов производства, земельной реформой, снявшей ограничения с размеров личного землепользования и поголовья скота и т.д. Для трудоспособного сельского населения в условиях безработицы личное подворье является основным и единственным местом приложения труда [6]. Наличие частного хозяйства дает возможность привлечения детей к труду, служит фактором социализации и воспитания. ЛПХ продолжают оставаться одними из важнейших факторов сохранения традиционных для данной территории способов хозяйствования, народных промыслов, ремесел, т.е. экономических основ этнического развития.

Если говорить о производстве зерна, то земельная обеспеченность личных подсобных и крестьянских организаций не позволяет им в полном объеме развернуть его производство (см. табл. 5). Низкие темпы расширения пашни в частном секторе региона объясняются тем, что большая часть населения (нежели в других ре-

Таблица 4

*Производство животноводческой продукции в Республике Башкортостан*

Годы	Мясо, тыс. т	Молоко, тыс. т	Яйца, млн шт.	Шерсть, т
Хозяйства всех категорий				
1991–1995	290	1792	1182	4441
1996–2000	249	1627	1142	1557
2001–2005	222	1969	1208	1677
2006–2010	428	2245	1270	2168
2013	373	1711	1115.8	1899
2014	393.8	1773.1	1042.5	1939
Сельскохозяйственные предприятия				
1991–1995	137	1002	753	2486
1996–2000	89	786	730	431
2001–2005	63	613	721	79
2006–2010	101	626	832	38
2013	126	538.5	818.7	28
2014	148.5	533.3	750.8	33
Личные подсобные хозяйства населения и крестьянские хозяйства				
1991–1995	153	790	429	1955
1996–2000	160	842	412	1126
2001–2005	172	1345	486	1589
2006–2010	327	1619	438	2130
2013	246	1172.5	297.1	1871
2014	245.3	1339.8	291.7	1906

Таблица 5

*Производство растениеводческой продукции в Республике Башкортостан, тыс. т*

Годы	Зерно	Сахарная свекла	Подсолнечник	Картофель	Овощи
<b>Хозяйства всех категорий</b>					
1991–1995	3407	1268	48	1235	186
1996–2000	3152	1173	94	1045	263
2001–2005	3362	982	95	1261	367
2006–2010	3239	1191	115	1081	326
2013	2013	1786	274	1122	337
2014	2420	1250	210	1209	349
<b>Сельскохозяйственные предприятия</b>					
1991–1995	3139	1217	47	127	64
1996–2000	3070	1154	91	54	34
2001–2005	3021	830	82	28	37
2006–2010	2791	1036	92	40	67
2013	1666	1557	198	9	17
2014	1850	1075	160	24	17
<b>Личные подсобные хозяйства населения и крестьянские хозяйства</b>					
1991–1995	268	51	1	1108	122
1996–2000	82	19	3	991	229
2001–2005	342	102	12	1233	329
2006–2010	448	155	23	1041	259
2013	347	229	76	1113	320
2014	550	175	50	1185	332

гионах РФ), свое будущее связывала с сохранением крупных конкурентоспособных сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Личные подсобные и крестьянские хозяйства производят меньше сахарной свеклы и подсолнечника, больше картофеля и овощей, чем сельскохозяйственные организации. Сельские жители на своих земельных участках выращивают все виды сельскохозяйственных культур, используют теплицы без ограничения их площади, содержат все виды животных, пчел и птиц, не ограничивая их поголовья и количества.

Очевидно, что в Республике Башкортостан личное подворье является источником наиболее ценных продуктов питания, то есть обеспечивает, как правило, сельское население такими продуктами, как мясо, молоко, картофель, овощи, мед, основные виды фруктов и ягод. Соответственно, частный сектор выступает для сельских жителей основным источником потребляемых продуктов питания, дополнительных доходов, занятости и фактором социальной устойчивости в условиях нестабильности [7].

Однако в новых кризисных условиях большинство сельскохозяйственных предприятий и организаций не могут осуществлять не только расширенное, но и простое воспроизведение, использовать антикризисные экономические меры, предоставляемые федеральным центром и регионом. Практически все сельскохозяйственные товаропроизводители в хозяйственном отношении разобщены и не могут противостоять новым рыночным условиям и субъектам – заготовителям, переработчикам и торговле. Эти субъекты преследуют свои цели, диктуют им невыгодные и часто несправедливые условия. С каждым годом все больше отстает и техническое обновление аграрного сектора, что связано с низкой доходностью производителей сельскохозяйственной продукции.

Тем не менее экономика большинства товаропроизводителей продукции сельского хозяйства проявила способность к сохранению и укреплению своего потенциала в условиях нестабильности мировой экономики и применения ограничительных экономических мер. Но при сохранении сложившегося уровня кон-

курентоспособности аграрной отрасли, возможности ее развития будут критически недостаточны для повышения уровня и качества жизни сельского населения региона в новых условиях развития, гарантированного удовлетворения растущего спроса на продовольствие, устойчивого воспроизведения материально-технического, кадрового и природно-экономического потенциала сельского хозяйства. Все это в свою очередь обуславливает дальнейшее увеличение разрыва в уровне жизни сельского и городского населения; обострение социально-экономического кризиса сельских территорий; актуализацию угроз снижения физической и экономической доступности продовольствия для населения региона. Поэтому единственным реальным условием выхода аграрного сектора экономики из создавшейся ситуации является переход на устойчивую инновационную модель развития [8].

Устойчивое инновационное развитие сельского хозяйства определяется повышением уровня производства местных конкурентоспособных продуктов питания, обеспечением продовольственной и социальной безопасности территорий. Одним из главных факторов устойчивого инновационного развития аграрных территорий является гармоничное сочетание коллективных, фермерских и семейных форм хозяйствования с ресурсо-сберегающими технологиями, что обеспечит стабильный доступ к продуктам питания, сокращение безработицы и повышение уровня доходов сельского населения. Обеспечение продовольственной безопасности осуществляется на основе ускоренного развития и модернизации регионального агропромышленного комплекса, повышения эффективности государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей и расширения их доступа на рынки сбыта продукции. Для решения данной задачи необходимо поддерживать региональные образовательные инициативы, использование экономических инноваций и развитие приемлемых новых технологий [9, 10]. Тем самым обеспечивается стабильный доступ к местным продуктам питания, соответствующим потребностям

человека в питательных элементах; доступ к ним бедных групп населения; развитие товарного производства; сокращение безработицы и повышение уровня доходов сельского населения.

*Данное исследование выполнено в рамках госзадания ИСЭИ УНЦ РАН по теме № 0253-2014-0001 «Стратегическое управление ключевыми потенциалами развития разноуровневых социально-экономических систем с позиций обеспечения национальной безопасности» (№ гос. регистрации 01201456661).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ушачев И.Г. Основные направления социально-экономических исследований в аграрном секторе России // АПК: экономика, управление. 2014. № 4. С. 10–18.
2. Садыков Р.М. Личное подсобное хозяйство как источник жизнеобеспечения сельского населения в условиях экономического кризиса // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-17552> (дата обращения: 26.01.2016).
3. Статистический сборник. Республика Башкортостан в цифрах: В 2 ч. Ч. 2 / Башкортостанстат. Уфа, 2015. 224 с.
4. Гатауллин Р.Ф., Садыков Р.М. Личное подсобное хозяйство как фактор обеспечения устойчивого развития сельских территорий // Вестник АПК Ставрополья. 2015. №2 (18). С. 234–238.
5. Садыков Р.М. Роль личных подсобных хозяйств в формировании продовольственного рынка региона // АПК: экономика, управление. 2015. № 6. С. 53–60.
6. Садыков Р.М. Проблемы занятости и организация труда на селе в современных условиях // Фундаментальные исследования. 2015. № 2. С. 621–624.
7. Садыков Р.М. Социальные проблемы сельского населения в условиях кризиса в аграрном секторе и пути их решения // Гуманитарные и социальные науки. 2014. № 2. С. 119–126.
8. Устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий: зарубежный опыт и проблемы России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 615 с.
9. Бондаренко Л.В. Региональная политика государственной поддержки сельских территорий // АПК: экономика, управление. 2015. № 3. С. 71–82.
10. Гатауллин Р.Ф., Аскarov А.А., Хужахметова Г.Н., Ярков Н.В. Организационно-экономические

формы и эффективные методы государственного регулирования сельского хозяйства // Экономика региона. 2015. № 2. С. 271–284.

## References

1. Ushachev I.G. Major trends in socio-economic studies of the Russian agrarian sector. APK: ekonomika, upravlenie, 2014, vol. 4, pp. 10–18.
2. Sadykov R.M. Private farming as a source of living support for the rural population under the economic crisis. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2015, no. 1. Available at: <http://www.science-education.ru/121-17552> (accessed January 26, 2016).
3. Statistical compendium. The Republic of Bashkortostan in figures. In 2 parts. Pt. 2. Bashkortostantat. Ufa, 2015. 224 p.
4. Gataullin R.F., Sadykov R.M. Private farming as a factor that supports sustainable development of rural areas. Vestnik APK Stavropolya, 2015, no. 2 (18), pp. 234–238.
5. Sadykov R.M. The role of private farming in food market formation of the region. APK: ekonomika, upravlenie, 2015, no. 6, pp. 53–60.
6. Sadykov R.M. Issues in rural employment and work organization under modern conditions. Fundamentalnye issledovaniya, 2015, no. 2, pp. 621–624.
7. Sadykov R.M. Social problems of the rural population under crisis conditions in the agricultural sector and ways for their solution. Gumanitarnye i sotsialnye nauki, 2014, no. 2, pp. 119–126.
8. Sustainable development of agriculture and rural areas: Foreign practice and Russian issues. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2005. 615 p.
9. Bondarenko L.V. Regional policy of state support for rural areas. APK: ekonomika, upravlenie, 2015, no. 3, pp. 71–82.
10. Gataullin R.F., Askarov A.A., Khuzhakhmetova G.N., Yarkov N.V. Organizational and economic forms and effective methods of state regulation of agriculture. Ekonomika regiona, 2015, no. 2, pp. 271–284.

---

## ENSURING FOOD SECURITY AS A FACTOR FOR SOCIAL STABILITY OF RURAL AREAS

© R.M. Sadykov

Institute for Social and Economic Studies, Ufa Scientific Centre, RAS  
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

The decline in agricultural production and the state support of the agrarian sector of the economy have led to the aggravation of the problem of food security and social stability in rural areas. Large agricultural enterprises are in the plight, farms and private farms of the population are poorly developed. A fundamentally new structure of agricultural production in the Republic of Bashkortostan has been formed under crisis conditions. There is a trend towards increasing the share of products from private farms and homesteads in the total agricultural production in the region. The growth is observed both in crop and livestock production. In the situation of instability in the country, village households have not only maintained their stable position among agricultural producers, but also significantly increased their production volume. It is evident that private farming is a source of the most important products, providing the rural population with meat, milk, potatoes, vegetables, honey, major types of fruit and berries. The private sector serves rural residents as a key source of consumer food, additional income and employment, and also a factor of social stability under changing conditions.

Today, most of the agricultural producers are economically disunited from each other and cannot withstand the new crisis conditions. The only truly acceptable way for the agricultural sector to get out of the current situation implies changing to the innovation-driven sustainable development model. The innovation-driven sustainable development of agriculture is determined by an increase in the level of local competitive food production and social security of the areas. It is important to improve the regional agricultural policy and increase the competitiveness of local products and the investment attractiveness of the industry. One of the key factors for the innovation-driven sustainable development of the agricultural areas is a balanced combination of collective, private and family-based farming, thereby ensuring stable access to food products, reducing unemployment and increasing rural incomes. In order to solve this problem it is necessary to support regional education initiatives, application of economic innovations and the development of appropriate new technologies.

Key words: rural population, social stability of areas, rural employment, private farming, food security, sustainable development of rural areas.

УДК 332

## ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

© М.М. Гайфуллина

Рассмотрено устойчивое развитие территориального образования как единство экономической, социальной и экологической составляющих.

На основе социально-экономического анализа положения страны и территориальных образований, а также выявления тенденций развития предложена классификация факторов устойчивого развития территориального образования.

Предложен инструментарий оценки факторов устойчивого развития территориального образования. В рамках апробации инструментария на основе экспертного подхода с использованием метода анализа иерархий были выявлены факторы устойчивого развития, которые имеют наибольшее значение для Республики Башкортостан. Установлено, что для Республики Башкортостан наиболее значимыми факторами, влияющими на устойчивое развитие, являются объемы финансовых ресурсов и стабильность их поступления в бюджет, уровень и качество жизни населения, уровень безработицы, наличие, характер состояния и уровень использования материально-вещественных факторов производства.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, территориальное образование, оценка устойчивого развития, интегральный показатель, факторы устойчивого развития, уровень и качество жизни.

В современных условиях развития территориальных образований ценность экономического роста определяется не только экономическими показателями, но и тем, насколько данный рост способствует поддержанию экосистем и достижению социального благополучия населения [1]. В этой связи в основе формирования подходов к разрешению проблем территориальных образований должна лежать парадигма устойчивого развития, предполагающая динамический процесс последовательных позитивных изменений территориального образования, обеспечивающих сбалансированность экономического, социального и экологического аспектов.

Под **устойчивым развитием территориального образования** понимается такое развитие, которое способно обеспечить на перспективу сбалансированное решение проблем социально-экономического и экологического развития, сохранить ресурсный потенциал территориального образования, обеспечить настоящие и будущие потребно-

сти жизнеобеспечения различных отраслей и сфер человеческой деятельности. При этом, говоря об устойчивом развитии территориального образования, подразумевается как стабильный рост количественных показателей, так и качественное изменение структурных составляющих развития.

С учетом важности трех составляющих устойчивого развития территориального образования (экономической, социальной, экологической) комплексный показатель устойчивого развития территориального образования рассчитывается нами на основе среднегеометрической из показателей экономической, экологической и социальной составляющих устойчивого развития [2, 3]:

$$Y_{yp} = \sqrt[3]{Y_{ep} * Y_{cp} * Y_{ek}}, \quad (1)$$

где  $Y_{yp}$  – комплексный показатель устойчивого развития территориального образования;

$Y_{ep}$  – интегральный показатель экономической составляющей устойчивого развития территориального образования;

ГАЙФУЛЛИНА Марина Михайловна – к.э.н., Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра РАН, e-mail: marina\_makova@list.ru

$Y_{\text{СР}}$  – интегральный показатель социальной составляющей устойчивого развития территориального образования;

$Y_{\text{ЭК}}$  – интегральный показатель экологической составляющей устойчивого развития территориального образования.

Экономическая составляющая устойчивого развития – это повышение доходности территориального образования, деловой активности, инвестиционной активности, рентабельности и прибыльности хозяйствующих субъектов территориального образования [4].

Социальная составляющая устойчивого развития показывает степень социальной защищенности населения территориального образования (увязка размера оплаты труда с прожиточным уровнем, возможность трудоустройства, стабильность в сохранении рабочих мест, уровень и качество жизни населения, доступность образования, медицинских услуг, обеспеченность учреждениями культуры и т.п.). При этом именно социальная сфера является в настоящее время приоритетной составляющей устойчивого развития территориальных образований Российской Федерации. Формирование системы управления устойчивым развитием большинства территориальных образований одной из главной своей целевой основы представляет усилия по укреплению социальной устойчивости [5].

Экологическая составляющая устойчивого развития определяет взаимосвязь экономики территориального образования и его экологической безопасности (рациональное использование природных ресурсов, учет уровня комплексного решения экономических и экологических вопросов при принятии инвестиционных решений, уровень соотношения потребления ограниченного природного капитала и возобновляемого в процессе производства, уровень внедрения ресурсосберегающих технологий) и минимизации вредного влияния результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятий на окружающую среду.

В качестве первопричины, определяющей уровень и динамику комплексного показателя устойчивого развития территориального образования, выступают факторы устой-

чивого развития территориального образования. Ученый-экономист К.Д. Науменко отмечал, что в понятие фактора, условий производства, путей обеспечения процесса вкладывается то же содержание, что и в понятие причины [6]. В понятие обстоятельств факторов производства включаются те же признаки и свойства, которые характеризуют факторы (причины) в их многообразии со многих сторон. Количественное выражение каждого обстоятельства факторов производства представляет его параметр.

Проведенный анализ показал, что по вопросу сущности факторов и условий устойчивого развития территориального образования в экономической литературе до сих пор существует определенная полемика, не выработан однозначный подход к понятийному аппарату, сущности и степени влияния факторов на уровень устойчивого развития территориального образования [7, 8]. Однако современные условия хозяйствования обуславливают необходимость классификации факторов устойчивого развития территориального образования.

### **Классификация факторов устойчивого развития территориального образования.**

В современной научной литературе описаны многочисленные составляющие факторов устойчивого развития территориального образования. Поскольку устойчивое развитие территориального образования основывается на единстве учета экономической, социальной и экологической составляющих, наиболее обоснованной является классификация факторов устойчивого развития территориального образования по компонентам устойчивого развития. Предлагается выделить следующие группы факторов устойчивого развития территориального образования:

- 1) производственно-экономические факторы ( $\Phi_1$ );
- 2) социально-демографические факторы ( $\Phi_2$ );
- 3) природно-экологические факторы ( $\Phi_3$ ).

Перечень факторов устойчивого развития территориального образования в каждой из выделенных групп приведен в табл. 1.

*Классификация факторов устойчивого развития территориального образования*

Группа факторов	Перечень факторов
Производственно-экономические факторы ( $\Phi_1$ )	1. Объемы финансовых ресурсов и стабильность их поступления в бюджет ( $\Phi_{11}$ ) 2. Количество и качество имеющихся природных ресурсов ( $\Phi_{12}$ ) 3. Наличие, характер состояния и уровень использования материально-вещественных факторов производства ( $\Phi_{13}$ ) 4. Объем инвестиций ( $\Phi_{14}$ ) 5. Наличие крупных предприятий и промышленно-территориальных комплексов ( $\Phi_{15}$ ) 6. Уровень инновационного развития и инновационной активности ( $\Phi_{16}$ )
Социально-демографические факторы ( $\Phi_2$ )	1. Среднесписочная численность населения ( $\Phi_{21}$ ) 2. Социально-демографические характеристики населения ( $\Phi_{22}$ ) 3. Наличие квалифицированных трудовых ресурсов и рабочих мест ( $\Phi_{23}$ ) 4. Уровень производительности труда ( $\Phi_{24}$ ) 5. Уровень моральной и материальной мотивации работников ( $\Phi_{25}$ ) 6. Уровень безработицы ( $\Phi_{26}$ ) 7. Уровень и качество жизни населения ( $\Phi_{27}$ ) 8. Наличие и уровень развития учреждений образования, здравоохранения, культуры ( $\Phi_{28}$ )
Природно-экологические факторы ( $\Phi_3$ )	1. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов ( $\Phi_{31}$ ) 2. Уровень повторного использования отработанных ресурсов ( $\Phi_{32}$ ) 3. Уровень развития энергосбережения и уровень энергоэффективности ( $\Phi_{33}$ ) 4. Уровень техногенных загрязнений ( $\Phi_{34}$ )

Изменение рассматриваемых факторов обусловливает рост или снижение не только интегрального уровня устойчивого развития территориального образования, но и колебания величины валового регионального продукта, доходов бюджета территориального образования, уровня качества жизни населения территориального образования.

**Алгоритм оценки значимости факторов устойчивого развития территориального образования и расчета коэффициента влияния факторов.** Предлагаемый алгоритм оценки факторов устойчивого развития территориального образования включает следующие этапы.

Этап 1. Оценка степени значимости факторов устойчивого развития территориального образования.

Для оценки степени значимости факторов устойчивого развития территориального

образования может быть применен метод анализа иерархий (МАИ), разработанный Т. Саати [9]. При проведении парного сравнения элементов уровней иерархии и определения коэффициентов предпочтительности факторов устойчивого развития ( $a_{ij}$ ) использовалась шкала оценок:

$a_{ij} = 0.5$  – оценка фактора, имеющего наименьшую значимость;

$a_{ij} = 1.0$  – равная значимость факторов для цели;

$a_{ij} = 1.5$  – оценка фактора, имеющего наибольшую значимость [10].

Данная шкала основана на выборе из двух факторов наиболее приоритетного фактора (ему ставится оценка 1.5, а другому фактору – оценка 0.5). Если выбор из двух факторов затруднен, то обоим факторам ставится оценка 1.0.

При данном подходе, попарно сравнивая факторы, мы выбираем, какой из них

приоритетен. При этом мы не оцениваем, насколько данный фактор приоритетен. Таким образом, мы используем более упрощенную шкалу оценки, в отличие, например, от шкалы традиционного метода анализа иерархии, разработанного Т. Саати, предполагающего использование более широкой шкалы сравнения.

Значимость факторов устойчивого развития территориального образования определяется относительным приоритетом факторов.

Относительные приоритеты факторов ( $c_i$ ) вычисляются путем нормирования (в долях единицы) по формуле:

$$p_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – абсолютный приоритет  $i$ -го фактора устойчивого развития территориального образования;

$\sum P_i$  – сумма абсолютных приоритетов по всем факторам;

$n$  – общее число учитываемых факторов устойчивого развития.

Абсолютные приоритеты факторов рассчитываются путем умножения каждой строки матрицы на вектор-столбец по формулам:

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= a_{11} \sum a_{1i} + a_{12} \sum a_{2i} + \dots + a_{1n} \sum a_{ni}, \\ P_2 &= a_{21} \sum a_{1i} + a_{22} \sum a_{2i} + \dots + a_{2n} \sum a_{ni}, \\ &\vdots \\ P_n &= a_{n1} \sum a_{1i} + a_{n2} \sum a_{2i} + \dots + a_{nn} \sum a_{ni}, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $P_1, P_2, P_n$  – абсолютные приоритеты;  
 $\sum a_{in}$  – вектор-столбец.

Этап 2. Оценка силы влияния факторов на устойчивое развитие территориального образования.

Далее проводится оценка влияния факторов на устойчивое развитие территориального образования, т.е. определяется, с какой силой будет воздействовать тот или иной фактор на устойчивое развитие.

Предлагаемая шкала оценки влияния факторов на устойчивое развитие территориального образования приведена в табл. 2.

Этап 4. Оценка значимости воздействия факторов устойчивого развития территориального образования.

Умножая относительные приоритеты значимости факторов ( $p_i$ ) на уровень воздействия фактора ( $X_i$ ), определяем значимость воздействия факторов устойчивого развития:

$$I_i = p_i * X_i. \quad (4)$$

По результатам расчетов значимости воздействия факторов устойчивого развития осуществляем их ранжирование в порядке уменьшения значений.

Этап 5. Расчет интегрального коэффициента влияния факторов устойчивого развития.

Интегральный коэффициент влияния факторов устойчивого развития определяется:

$$I = \sum_{i=1}^n I_i, \quad (5)$$

где  $I_i$  – значимость воздействия  $i$ -го фактора устойчивого развития;

Таблица 2

#### Шкала оценки влияния факторов на устойчивое развитие территориального образования

Уровень воздействия фактора ( $X_i$ )	Степень влияния
0	нейтральное
1	осень слабое
2	слабое
3	умеренное
4	среднее
5	существенное
6	значительное
7	сильное
8	очень сильное
9	критическое
10	разрушительное

*Шкала оценки степени влияния факторов на устойчивое развитие территориального образования*

Значения интегрального показателя	Характеристика влияния факторов	Рекомендуемая стратегия учета факторов устойчивого развития территориального образования
6.1–10.0	<b>Негативное</b> (в совокупности факторы оказывают существенное негативное влияние на совокупность показателей, влияющих на устойчивое развитие территориального образования)	Необходима незамедлительная разработка корректирующих и компенсирующих мероприятий по нейтрализации негативных факторов
3.1–6.0	<b>Среднее</b> (в совокупности факторы оказывают незначительное влияние на совокупность показателей, влияющих на устойчивое развитие территориального образования)	Необходимо разработать меры, направленные на нейтрализацию негативных факторов и сохранение конкурентных преимуществ
0.0–3.0	<b>Малое</b> (в совокупности факторы оказывают несущественное влияние на изменение совокупности показателей, влияющих на устойчивое развитие территориального образования)	Мониторинг факторов. Территориальному образованию за счет имеющихся сильных сторон необходимо поддерживать имеющийся уровень устойчивого развития.

*n* – общее число учитываемых факторов устойчивого развития.

Рассчитанная таким способом величина интегрального влияния факторов устойчивого развития позволяет определить степень влияния факторов на устойчивое развитие территориального образования и выработать рекомендации по повышению его устойчивого развития.

В зависимости от величины интегрального влияния факторов устойчивого развития необходимо принять грамотное управление решение по нейтрализации факторов риска устойчивого развития территориального образования. В табл. 3 представлена шкала оценки степени влияния факторов на комплексный показатель устойчивого развития территориального образования и рекомендуемая стратегия учета данных факторов.

### **Оценка факторов устойчивого развития Республики Башкортостан.**

Апробация предлагаемого подхода к оценке факторов устойчивого развития территориального образования осуществлена на примере Республики Башкортостан.

По степени значимости факторы производительности труда были объединены в три группы: 60% – наиболее значимые факторы; 30% – менее значимые факторы; 10% – не значимые факторы.

Результаты группировки факторов по степени влияния на устойчивое развитие Республики Башкортостан приведены в табл. 4.

Таким образом, можно констатировать, что перспективы устойчивого развития Республики Башкортостан в значительной степени определяются такими ключевыми факторами, как объемы финансовых ресурсов и стабильность их поступления в бюджет, уровень и качество жизни населения, уровень безработицы, наличие, характер состояния и уровень использования материально-вещественных факторов производства.

При этом интегральное влияние факторов среднее ( $I = 4.1$ ), что свидетельствует о необходимости разработки мер, направленных на нейтрализацию негативных факторов и сохранение конкурентных преимуществ на основе имеющегося фундамента устойчивого развития Республики Башкортостан.

Таблица 4

## Ранжирование факторов устойчивого развития Республики Башкортостан по степени значимости

Наименование фактора	Относительный приоритет фактора ( $p_i$ )	Сила влияния фактора ( $X_i$ )	Значимость воздействия фактора ( $I_i$ )	Степень значимости воздействия фактора, %	Степень значимости воздействия фактора нарастающим итогом, %	Группа значимости факторов
1. Объемы финансовых ресурсов и стабильность их поступления в бюджет ( $\Phi_{11}$ )	0.057	5	0.285	6.95	6.95	наиболее значимые факторы
2. Уровень и качество жизни населения ( $\Phi_{27}$ )	0.078	4	0.313	7.62	14.56	
3. Уровень безработицы ( $\Phi_{26}$ )	0.078	4	0.311	7.58	22.14	
4. Наличие, характер состояния и уровень использования материально-вещественных факторов производства ( $\Phi_{13}$ )	0.077	4	0.308	7.51	29.65	
5. Объем инвестиций ( $\Phi_{14}$ )	0.051	6	0.308	7.50	37.15	
6. Уровень производительности труда ( $\Phi_{24}$ )	0.064	4	0.257	6.25	43.40	
7. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов ( $\Phi_{31}$ )	0.046	5	0.232	5.65	49.05	
8. Уровень развития энергосбережения и уровень энергоэффективности ( $\Phi_{33}$ )	0.046	5	0.231	5.62	54.66	
9. Наличие и уровень развития учреждений образования, здравоохранения, культуры ( $\Phi_{28}$ )	0.055	4	0.221	5.39	60.05	
10. Социально-демографические характеристики населения ( $\Phi_{22}$ )	0.054	4	0.216	5.25	65.30	
11. Наличие крупных предприятий и промышленно-территориальных комплексов ( $\Phi_{15}$ )	0.069	3	0.206	5.01	70.32	менее значимые факторы
12. Уровень повторного использования отработанных ресурсов ( $\Phi_{32}$ )	0.041	5	0.205	4.98	75.30	
13. Наличие квалифицированных трудовых ресурсов и рабочих мест ( $\Phi_{23}$ )	0.064	3	0.192	4.69	79.99	
14. Уровень техногенных загрязнений ( $\Phi_{34}$ )	0.046	4	0.182	4.44	84.42	
15. Среднесписочная численность населения ( $\Phi_{21}$ )	0.042	4	0.168	4.10	88.52	
16. Количество и качество имеющихся природных ресурсов ( $\Phi_{12}$ )	0.055	3	0.164	4.00	92.52	незначимые факторы
17. Уровень инновационного развития и инновационной активности ( $\Phi_{16}$ )	0.039	4	0.155	3.77	96.29	
18. Уровень моральной и материальной мотивации работников ( $\Phi_{25}$ )	0.038	4	0.152	3.71	100.00	

Данное исследование выполнено в рамках госзадания ИСЭИ УНЦ РАН по теме «2053-2014-0001 «Стратегическое управление ключевыми потенциалами развития раз-

ноуровневых социально-экономических систем с позиций обеспечения национальной безопасности» (№ гос. регистрации 01201456661).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гайнанов Д.А., Печаткин В.В., Сафиуллин Р.Г., Макова М.М., Гаймалова С.М., Ахметов Т.Р., Усов В.А. Формирование и развитие кластеров в регионе: теоретико-методологические и прикладные аспекты (на примере Республики Башкортостан). Уфа: ИСЭИ УНЦ РАН, 2009.
2. Макова М.М. Методические основы оценки устойчивого развития предприятий нефтяного комплекса // Вестник ВЭГУ. 2012. № 4. С. 53–60.
3. Гайфуллина М.М. Интегральный подход к оценке устойчивого развития предприятия // Вестник ВЭГУ. 2013. № 6. С. 27–35.
4. Макова М.М., Хуснуллина Г.З. Повышение экономической устойчивости организации на основе оптимизации ресурсного обеспечения ее деятельности. Уфа: БГАУ, 2007.
5. Галлямов Р.Р., Гайфуллин А.Ю. Этноконфессиональный аспект устойчивого развития регионов: уровень разработанности и направления исследований // Ноосферная парадигма модернизации экономики региона: возможности и реалии устойчивого развития: сб. науч. трудов Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2015. С. 62–66.
6. Науменко К.Д. Организация и планирование производства на предприятиях горной промышленности. М.: Недра, 1968. 480 с.
7. Гатауллин Р.Ф., Гатауллин Р.Р., Гатауллина С.Р. Критерии и факторы устойчивого экономического развития // Вестник ВЭГУ. 2009. № 2. С. 13–21.
8. Гайфуллина М.М. Активизация инновационной деятельности как фактор устойчивого развития предприятия (на примере предприятий нефтегазового комплекса). Уфа: Нефтегазовое дело, 2012. 191 с.
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
10. Гайфуллина М.М. Управление рисками устойчивого развития промышленного предприятия (на примере предприятий нефтяного комплекса) // Экономика и управление. 2013. № 4. С. 85.

**References**

1. Gaynanov D.A., Pechatkin V.V., Safiullin R.G., Makova M.M., Gaymalova S.M., Akhmetov T.R., Usov V.A. Formation and development of clusters in a region: Theoretical, methodological and applied aspects (with the Republic of Bashkortostan taken as an example) Ufa, ISEI UNTs RAN, 2009.
2. Makova M.M. Methodological basics for assessing the sustainability of petroleum enterprises. Vestnik VEGU, 2012, no. 4, pp. 53–60.
3. Gayfullina M.M. Integrated approach to assessing enterprise sustainability. Vestnik VEGU, 2013. № 6, pp. 27–35.
4. Makova M.M., Khusnullina G.Z. Promotion of sustained economic growth of an organization through optimizing the resource provision of its functioning. Training manual. Ufa, BGAU, 2007.
5. Gallyamov R.R., Gayfullin A.Yu. Ethno-confessional aspect of regional sustainable development: Investigation readiness and areas. Noosfernaya paradigmа modernizatsii ustoychivogo razvitiya. Proceedings of the All-Russian Science and Research Conference Ufa, UGAES, 2015, pp. 62–66.
6. Naumenko K.D. Organization and planning of production at mining enterprises. Moscow, Nedra, 1968. 480 p.
7. Gataullin R.F., Gataullin R.R., Gataullina S.R. Criteria and factors of sustainable economic growth. Vestnik VEGU, 2009, no. 2, pp. 13–21.
8. Gayfullina M.M. Intensification of innovation activities as a factor of enterprise sustainable development (with petroleum enterprises taken as an example). Monograph. Ufa, Neftegazovoe delo, 2012. 91 p.
9. Saati T. Decision making. Hierarchy analysis method. Russian edition. Moscow, Radio i svyaz, 1993. 278 p.
10. Gayfullina M.M. Risk management in the sustainable development of an industrial enterprise (with petroleum enterprises taken as an example). Ekonomika i upravlenie, 2013, no. 4, p. 85.

**ASSESSMENT OF THE FACTORS AFFECTING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIAL UNITS**

© M.M. Gayfullina

Institute for Social and Economic Studies, Ufa Scientific Centre, RAS,  
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

Consideration is given to the sustainable development of territorial units as a triad of economic, social and environmental constituents.

A classification for the sustainability factors of territorial units is given through analyzing social and economic conditions of the country and its territorial units and revealing the development trends.

The tools are proposed to assess the sustainability factors of a territorial unit. In terms of practical approval of the tools, the sustainability factors of the greatest importance for the Republic of Bashkortostan have been determined on the basis of an expert approach using the hierarchy analysis method. It is found that the most important factors affecting the sustainable development of the Republic of Bashkortostan include the amount of financial resources and stability of budget revenues, living standards and quality of life, unemployment rate, presence, nature and level of use of tangible factors of production.

Key words: sustainable development, territorial unit, sustainable development assessment, integrated indicator, sustainable development factors, living standards and quality of life.