
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Институт комплексного анализа
региональных проблем
Дальневосточного отделения
Российской академии наук

Том 23 № 2
2020

Журнал основан в 1995 г.
Выходит 4 раза в год
ISSN 2618-9593

Главный редактор
чл.-корр. РАН Е.Я. Фрисман

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

зам. гл. редактора: к.э.н. С.Н. Мишук; ответственный секретарь: к.с.н. С.А. Соловченков;
члены редколлегии: к.г.н. А.В. Аношкин, акад. РАН П.Я. Бакланов, чл.-корр. РАН Б.А. Воронов,
д.э.н. Н.В. Гальцева, к.б.н. Е.А. Григорьева, к.э.н. В.С. Гуревич, акад. РАН Ю.Н. Журавлёв, к.г.н. В.Б. Калманова,
к.г.н. Т.М. Комарова, д.г.н. Б.А. Красноярова, д.г.н. З.Г. Мирзеханова, д.г.н. А.В. Мошков, д.э.н. С.Н. Леонов,
к.б.н. Т.А. Рубцова, чл.-корр. РАН А.П. Сорокин, д.э.н. С.А. Сукнёва, к.г.н. Д.М. Фетисов, д.п.н. Б.Е. Фишман,
д.б.н. Л.В. Фрисман, д.ф.н. А.М. Шкуркин, д.э.н. А.Г. Шеломенцев, к.г.-м.н. Ю.П. Юшманов,
проф. Син Гуанчэн, проф. Ван Цзюанлэ, проф. Алтэн-Аоцир

*Научный журнал «Региональные проблемы» зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере связи информационных технологий и массовых коммуникаций 1 апреля 2019 г. ЭЛ № ФС77-75434*

С а й т ж у р н а л а : regional-problems.ru, региональныепроблемы.рф

А д р е с р е д а к ц и и : 679016, г. Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема, 4
ИКАРП ДВО РАН, тел./факс: 8(42622) 4-16-71, 6-00-97, <http://икарп.рф>
E-mail: reg.probl@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. БИОЛОГИЯ	3
Курилова Е.В., Кулаков М.П. <i>Квазипериодические режимы динамики в модели миграционно связанных сообществ «хищник-жертва»</i>	3
Рубцова Т.А., Антонова Л.А. <i>Адвентивный компонент флоры Еврейской автономной области: современный список видов, дополнения</i>	12
Горников Д.В., Картавцева И.В. Рослик Г.В. Шереметьева И.Н. <i>Изменчивость коренных зубов восточноазиатской мыши <i>Apodemus Peninsulae</i> (Rodentia, Muridae)</i>	23
ГЕОЭКОЛОГИЯ	32
Потурай В.А. <i>Кислородсодержащие органические соединения в термальных водах Мутновского и Паратунского геотермальных районов и кальдеры Узон, Камчатка</i>	32
ЭКОНОМИКА. ДЕМОГРАФИЯ	39
Калинина И.В. <i>Социальная инфраструктура как потенциал развития сельских территорий: от прошлого к настоящему</i>	39

© ИКАРП ДВО РАН, 2020

REGIONAL PROBLEMS

Institute for Complex Analysis
of Regional Problems
Far Eastern Branch
Russian Academy of Sciences

Volume 22 Number 2
2019

Established in 1995
Published 4 times a year
ISSN 2618-9593

CONTENTS

MATHEMATICAL MODELING. BIOLOGY	3
Kurilova E.V., Kulakov M.P. <i>Quasi-periodic dynamics in a model of “predator–prey” communities coupled by migration</i>	3
Rubtsova T.A., Antonova L.A. <i>Adventive component of the flora in the Jewish Autonomous Region: modern list of species; additions</i>	12
Gornykov D.V., Kartavtseva I.V., Roslik G.V., Sheremetyeva I.N. <i>Variability of molars in the korean field mouse – Apodemus Peninsulae (Rodentia, Muridae)</i>	23
GEOECOLOGY	32
Poturay V.A. <i>Oxygen-containing organic compounds in thermal waters of the Mutnovsky and Paratunsky geothermal areas and caldera Uzon, Kamchatka</i>	32
ECONOMY. DEMOGRAPHY	39
Kalinina I.V. <i>Social infrastructure as a potential for rural development: from the past to the present</i>	39

© ICARP FEB RAS, 2020

Электронная верстка *Г.В. Матвейчикова*
Перевод *А.Л. Воронина*

*Системные требования: PC не ниже класса Pentium III; 256 Mb RAM;
свободное место на HDD 32 Mb; Windows 98/XP/7/10; Adobe Acrobat Reader*

Объем данных (11 644 Кб)
Дата размещения на сайте: 21.07.2020 г.
Дата подписания к использованию: 18.07.2020 г.

Birobidzhan

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. БИОЛОГИЯ

УДК 574.34:517.925.4

КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ДИНАМИКИ В МОДЕЛИ МИГРАЦИОННО СВЯЗАННЫХ СООБЩЕСТВ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА»

Е.В. Курилова, М.П. Кулаков

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: katkurilova@mail.ru, k_matvey@mail.ru

Изучается модель динамики неидентичных миграционно связанных сообществ «хищник – жертва» с лимитированием роста жертв и насыщением хищников. Исследуются механизмы формирования сложных пространственно-временных динамических структур, объединяющих в себе как быстрые и медленные изменения численностей, так и различные соотношения синхронной и несинхронной динамики в определенные периоды времени. Описаны сценарии перехода между разными типами пачечной динамики с периодическим изменением численности при вариации различий рассматриваемых сообществ, приводящие в итоге к квазипериодической динамике связанных сообществ.

Ключевые слова: хищник – жертва, миграция, синхронизация, бифуркация, тонические и пачечные колебания.

Введение

Модели, описывающие динамику биологических систем по типу «хищник – жертва», «паразит – хозяин», «ресурс – потребитель» и т. п., продолжают активно изучаться, несмотря на огромную их историю, проработанность соответствующего математического аппарата и разнообразные результаты [3]. Постоянно расширяется предметная область моделей подобного типа. Например, нависшие над человечеством пандемии мотивируют математических биологов разрабатывать и исследовать эколого-эпидемиологические модели. В этих исследованиях описывается распространение инфекции в популяциях, в которых здоровые и зараженные особи взаимодействуют по принципу «хищник – жертва» или «паразит – хозяин» [10, 12]. Независимо от предметной области, математические модели таких биологических систем построены, как правило, с использованием аппарата обыкновенных дифференциальных уравнений. Интерес вызывают сложные нелинейные явления, связанные, например, с синхронизацией динамики на разных территориях [8], механизма-

ми формирования сложных пространственно-временных структур [6, 9], сложным динамическим поведением [4] и т.п.

В настоящей работе продолжено исследование модели динамики численности двух неидентичных миграционно связанных сообществ, функционирующих по принципу «хищник – жертва» с функциональным откликом Холлинга II типа [1, 2]. Каждое из сообществ представляет собой автоколебательную подсистему и описывается при помощи уравнений Базыкина [5]. В зарубежной литературе подобного рода уравнения именуются моделью Розенцвейг-Макартура [11]. Ранее были исследованы некоторые механизмы формирования сложных пространственно-временных режимов при изменении различий между рассматриваемыми сообществами [1, 2]. Эти режимы интересны тем, что сочетают в себе как периодические колебания с быстрыми всплесками численностей, так и участки медленной тонической динамики. Сложные режимы в этой модели возникают в результате частичной синхронизации рассматриваемых сообществ и отличаются раз-

личным соотношением синхронной и несинхронной динамики в разные промежутки времени. В результате фазовая траектория хоть и остается периодической или квазипериодической, но оказывается устроенной довольно сложно [1].

Модель динамики двух связанных неидентичных сообществ

Данное исследование направлено на изучение двух соседних неидентичных взаимосвязанных сообществ «хищник – жертва», обитающих в схожих условиях и не имеющих существенных различий внутривидовой и межвидовой конкуренции между сообществами. Обозначим через X_1, Y_1 и X_2, Y_2 соответственно общую численность популяции жертвы и хищника в первом и втором сообществах в момент времени t . Неидентичность сообществ выражается в существенной разности максимальных скоростей воспроизводства популяции жертвы, обозначенных a_1 и a_2 соответственно. Это отражает ситуацию, когда на сопредельных территориях обитают два принципиально разных вида жертв, но имеющих одинаковую пищевую ценность для хищника. Сопредельные территории предполагают наличие миграции хищников между сообществами (далее именуемыми «подсистемами»), причем количество мигрантов с территории пропорционально численности хищников данного сообщества. Коэффициенты пропорциональности (коэффициенты миграций) одинаковы для обеих подсистем, что создает симметричную связь между сообществами. Гибель особей в процессе миграции неявно включается в общую смертность.

В результате уравнения динамики численности двух связанных сообществ «хищник – жертва» в случае лимитирования роста жертв и насыщения числа поглощенных хищниками жертв, описываемые функцией Холлинга II типа, имеют вид [1, 2]:

$$\begin{cases} \frac{d X_1}{d t} = A_1 X_1 \frac{K - X_1}{K} - \frac{B X_1 Y_1}{1 + H X_1} \\ \frac{d Y_1}{d t} = -C Y_1 + \frac{S X_1 Y_1}{1 + A X_1} + M(Y_2 - Y_1) \\ \frac{d X_2}{d t} = A_2 X_2 \frac{K - X_2}{K} - \frac{B X_2 Y_2}{1 + H X_2} \\ \frac{d Y_2}{d t} = -C Y_2 + \frac{S X_2 Y_2}{1 + H X_2} + M(Y_1 - Y_2) \end{cases} \quad (1),$$

где K – устойчивая равновесная численность по-

пуляции жертв в каждом местообитании в отсутствии хищника, B – удельная скорость потребления популяцией хищника популяции жертвы при единичной плотности обеих популяций, C – естественная смертность хищника, S/B – коэффициент переработки потребленной хищником биомассы жертвы в собственную биомассу, H – коэффициент насыщения хищника, M – коэффициент миграции хищника.

Для уменьшения числа независимых параметров будем использовать следующую замену переменных: $X_i(t) = Cx_i(\tau)/s$, $Y_i(t) = Ay_i(\tau)/b$, а также характерного времени: $t_i = \tau/A_i$ ($i=1, 2$). В результате система уравнений (1) преобразуется к следующей системе:

$$\begin{cases} \frac{d x_1}{d t} = x_1(1 - a x_1) - \frac{x_1 y_1}{1 + h x_1} \\ \frac{d y_1}{d t} = -c_1 y_1 + \frac{c_1 x_1 y_1}{1 + h x_1} + c_1 m \left(\frac{c_1}{c_2} y_2 - y_1 \right) \\ \frac{d x_2}{d t} = x_2(1 - a x_2) - \frac{x_2 y_2}{1 + h x_2} \\ \frac{d y_2}{d t} = -c_2 y_2 + \frac{c_2 x_2 y_2}{1 + h x_2} + c_2 m \left(\frac{c_2}{c_1} y_1 - y_2 \right) \end{cases} \quad (2),$$

где $h = HC/S$ – новый коэффициент насыщения хищника, $a = C/(KS)$ – коэффициент самолимитирования жертвы, $c_i = C/A_i$ – относительная скорость снижения (убыли) численности хищников (смертности) и $mc_i = M/A_i$ – коэффициент миграции хищников ($i=1, 2$).

После предложенной замены два рассматриваемых сообщества, отличающиеся скоростями роста численности жертв, становятся подобны сообществам с разной смертностью хищников. При этом численности особей, покинувших одну территорию (эмигрантов) и прибывших на другую (иммигрантов), не совпадают, т.е. связь в системе (2) несимметрична, что указывает на смертность хищников в ходе миграции. При этом в процессе увеличения различий в смертности хищников растет диспропорция (y_1/y_2) (отлична от единицы) между числом эмигрантов и иммигрантов.

В случае отсутствия связи между рассматриваемыми сообществами ($m=0$) система (2) состоит из двух независимых автоколебательных подсистем. Из области существования предельного цикла выберем следующие значения параметров: $a=0.1$, $h=0.5$. В этом случае в каждой из подсистем реализуется предельный цикл с перио-

дом, зависящим от значений параметров $c_i (i=1,2)$. В полной системе он реализуется вокруг точек B_1 или B_2 в зависимости от начальных численностей. Кроме двух этих циклов в системе возможна пара устойчивого и неустойчивого циклов вокруг точек E_0 и E_1 . Значение скорости снижения численности хищников второго сообщества примем равным $c_2=0.5$, подразумевая, что эта территория с низкой скоростью роста численности жертв. Учитывая переход от системы (1) к (2), можно утверждать, что это эквивалентно высокой смертности хищников. При выбранном значении параметра c_2 динамика второго сообщества имеет небольшой период колебаний по сравнению с первым, что способствует формированию короткопериодического цикла. Низкая же скорость снижения численности хищников первого сообщества $c_1=0.002$ соответствует территории с высокой скоростью роста численности жертв, что эквивалентно низкой смертности хищников. При этом динамика первого сообщества приводит к образованию длиннопериодического цикла. Для проведения численных экспериментов будем варьировать значения параметров a и c_1 в окрестности значений $a=0.1, h=0.5, c_1=0.002, c_2=0.5, m=0.005$, наблюдая при этом за устойчивостью всех особых точек и типом динамического поведения.

Результаты бифуркационного анализа

Система (2) имеет несколько биологически значимых особых точек: тривиальная $A_0(0;0;0;0)$ с нулевыми численностями всех популяций, полутривиальные $A_1(1/a;0;0;0), A_2(0;0;1/a;0), A_3(1/a;0;1/a;0)$, $B_1((1+2m)/\beta_1, (1+m)\beta_2/\beta_1^2, 0, c_2m\beta_2/(c_1\beta_1^2))$ и $B_2(0, c_1m\beta_2/(c_2\beta_1^2), (1+2m)/\beta_1, (1+m)\beta_2/\beta_1^2)$ ($\beta_1 = 1-h+m-2hm, \beta_2 = \beta_1-a-2am$) с нулевыми численностями одной или нескольких популяций на разных территориях, а также три нетривиальные с полностью ненулевыми численностями $E_i(\bar{x}_i^{(0)}, \bar{y}_1^{(0)}, \bar{x}_2^{(0)}, \bar{y}_2^{(0)}) (i=0,1,2)$. Были вычислены координаты всех точек, исследованы условия их существования и описаны простейшие их бифуркации [1]. В частности, показано, что пара точек E_1 и E_2 рождается в результате седло-узловой бифуркации (SN) при $c_1=0$ (рис. 1а).

Характер других бифуркаций показан на рис. 1а-б, где соответствующими линиями отмечены основные локальные бифуркации. Линия TC – это транскритическая бифуркация, в результате которой две точки E_1 и B_1 при изменении параметров сближаются и обмениваются устойчивостью. Причем таким образом, что слева от нее устойчива точка B_1 , а справа E_1 . Линии H^+ и H^- от-

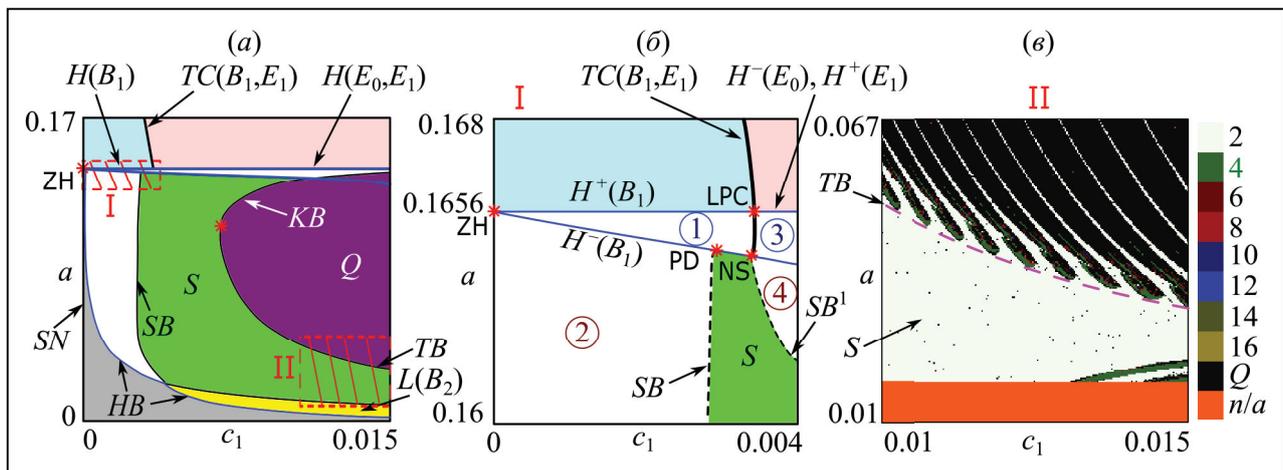


Рис. 1. (а) Бифуркационная диаграмма системы (2) и (б) ее увеличенный фрагмент в области параметров I. (в) Карта динамических режимов в области II, охватывающая область строго периодической пачечной динамики S и квазипериодической динамики Q

Fig. 1. (a) Bifurcation diagram of system (2) and (б) its enlarged fragment in the parameter area I. (в) Chart of dynamic regimes in domain II covering the domain of strictly periodic burst S and quasi-periodic dynamics Q

мечают супер- и субкритическую бифуркации Андронова-Хопфа, в результате которых рождаются соответственно устойчивый или неустойчивый предельные циклы вокруг отмеченных в скобках особых точек. В данном случае происходит следующая цепочка переходов между разными периодическими решениями системы (2). На линии $H^+(B_1)$ и $H^+(E_1)$ из точек B_1 и E_1 рождаются «простые» устойчивые предельные циклы в области 1 и 3 на рис. 1б. Первое периодическое решение реализуется при нулевой численности жертв на второй территории, при втором жертвы присутствуют на обеих территориях (рис. 2а). На линии TC , которая тянется из области устойчивости и пересекает линию H , эти циклы сближаются и обмениваются устойчивостью, т.е. в области 1 цикл вокруг точки B_1 устойчив, вокруг E_1 неустойчив, а в области 3 все наоборот. При переходе линии $H(B_1)$ и $H(E_1)$ эти циклы теряют устойчивость и в области 2 и 4 формируется релаксационный (быстро-медленный) предельный цикл или канард [7]. Оба этих цикла отличаются не только соотношением численностей жертв, но и, что более важно, степенью синхронизации. Примеры таких циклов показаны на рис. 2б. Несложно заметить, что в области 2 динамика хищников на обеих территориях синфазная, в то время как в области 4 динамика хищников и жертв – противофазная. Наконец при приближении к линии HV периодические решения увеличивают свой размах, период колебаний неограниченно возрастает, а сам цикл разрушает-

ся вследствие гомоклинической бифуркации.

Остальные линии на рис. 1а-б отмечают последующие бифуркации периодических режимов. На линии SB в динамике численностей хищника и жертвы появляются участки с быстрыми всплесками (пачечная динамика), чередующиеся с участками медленной (тонической) динамики, как часть релаксационного предельного цикла (рис. 3). В области S на рис. 1а-б периоды следования быстрой и медленной динамики строго периодические, в то время как в Q периодичность нарушается и динамика оказывается квазипериодической.

На основе численных экспериментов можно утверждать, что области S и Q неоднородны. В первой области происходит чередование режимов, которые отличаются порядком следования быстрой пачечной части цикла относительно медленной. Например, в простейшем случае пачечная активность возможна только после стремительного роста числа жертв на первой территории. Участок с быстрой динамикой или пачка при этом имеет треугольную форму, состоящую из затухающих колебаний (рис. 3а). Быстрые, в этот раз, расходящиеся колебания могут возникнуть в двух случаях: при низкой численности жертв и намного раньше стремительного их роста на первой территории (рис. 3б) или после полного восстановления жертв первого сообщества (рис. 3в). Форма пачки в этом случае – усеченный ромб или ромб, которые показаны на рис. 3б и 3в соответственно.

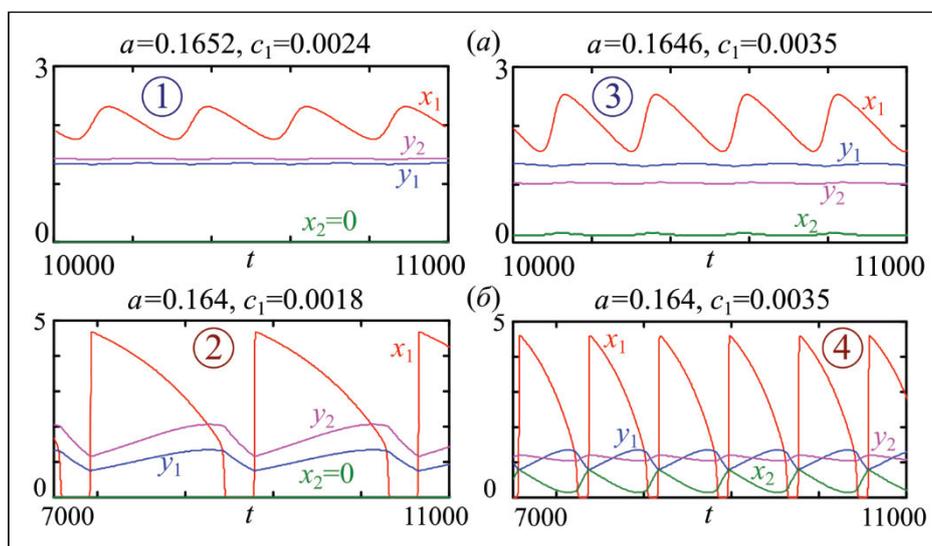


Рис. 2. Примеры динамики в системе (2) из областей 1-4 на рис. 1б: (а) предельный и (б) быстро-медленный цикл (канард)

Fig. 2. Examples of dynamics in system (2) from domains 1-4 in Fig. 1б: (a) limit cycle and (b) fast- slow cycle (canard)

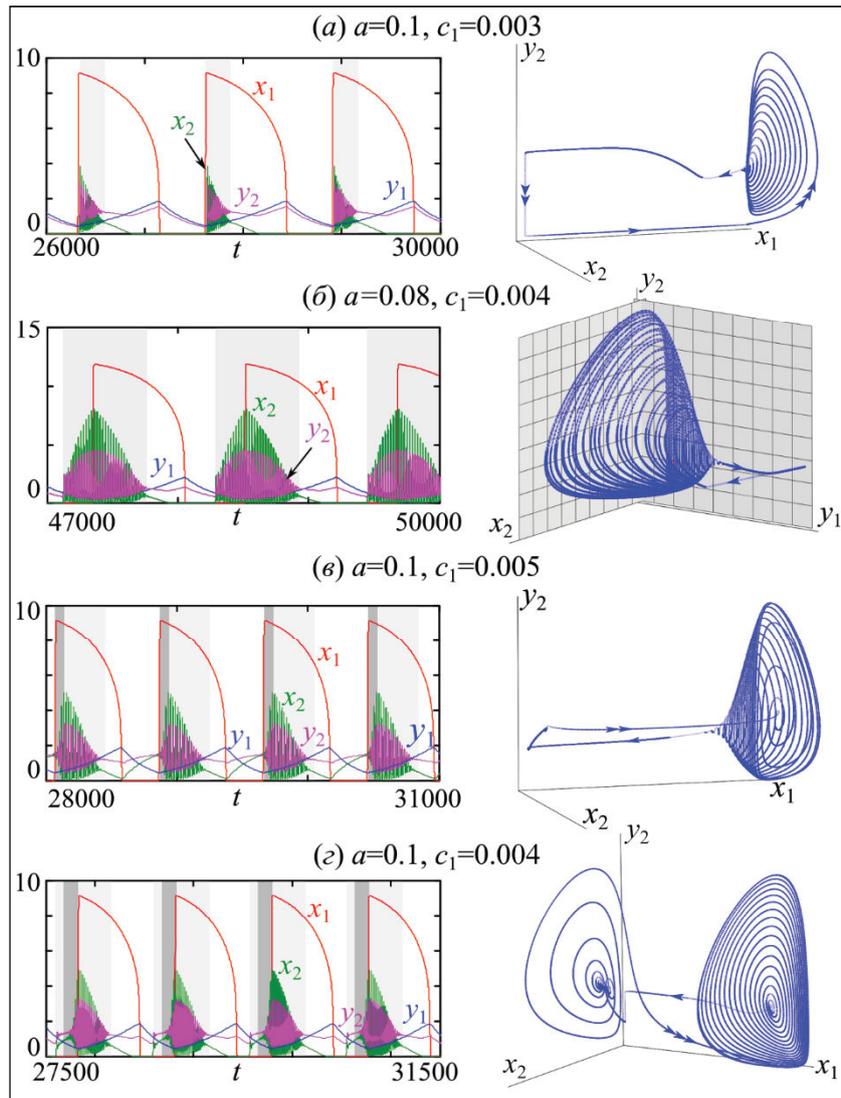


Рис. 3. Примеры пачечной динамики в системе (2) из области S , которые отличаются формой пачек и видом аттракторов

Fig. 3. Examples of burst dynamics in a system (2) from domain S which differ in the shape of spike clusters and the type of attractors

Динамика в обоих случаях сочетает в себе расходящиеся и затухающие колебания численностей.

Более подробное исследование разных типов динамики в системе (2), а также описание разных видов пачек и механизмов их возникновения было приведено в [1]. Помимо описанных выше режимов в области S возможны более экзотические формы пачек, состоящие из последовательности затухающих, расходящихся и вновь затухающих быстрых колебаний численностей. Пример такой динамики показан на рис. 3з. В этом случае затухающие колебания небольшой амплитуды возникают после скачка численности жертв второго сообщества при минимальных значениях пер-

вого (равных 10^{-6} – 10^{-9}). Эти колебания сменяются раскачивающимися, что приводит к более активному перемещению хищников с соседней территории. Необходимо отметить, что данный период времени (возникновение и переход от одного вида колебаний к другому) характеризуется превышением числа хищников над численностью жертв второго сообщества. Одновременно с достижением раскачивающихся колебаний максимальной амплитуды в пачке происходит взрывной всплеск численностей жертв на первой территории. Раскачивающиеся колебания вновь сменяются затухающими, а число жертв падает вследствие более интенсивного их поедания. Изменения численно-

сти хищников в первом сообществе синхронны колебаниям числа жертв на данной территории. Популяция жертв второго сообщества при этом восстанавливается раньше, чем на первой территории, что приводит к более раннему выходу на пачечный режим и увеличению размера пачки, т.е. растет число витков вокруг нетривиальной точки. Таким образом, хищники второго сообщества в период малого числа жертв остаются на своей территории, а их численность восполняется за счет миграции с сопредельной территории ввиду отсутствия там жертв. Численность хищников первого сообщества не изменяется, они находятся на своей территории до почти полного уничтожения жертв, после чего перемещаются на соседнюю территорию и участвуют в поедании жертвы уже второго сообщества до момента взрывного увеличения численности жертв на своей территории.

Описанные циклы из области S , помимо описанных выше динамических особенностей, отличаются количеством витков на быстром пачечном многообразии – их число растет по мере приближения к области квазипериодической динамики Q . Рассмотрим область квазипериодической динамики Q , в которой режимы с бесконечно большим периодом чередуются с резонансными циклами с конечным периодом в соответствии со сценарием Неймарка-Сакера или буфуркацией разрушения тора (рис. 1б).

Исследование квазипериодической динамики

Чтобы более детально изучить неоднородность области Q , построим сечение Пуанкаре к траектории системы (2). В качестве секущей выберем плоскость, проходящую через полутривиальную точку B_1 и параллельную координатным осям. В этом случае уравнение такой плоскости имеет вид:

$$\pi = \left\{ (x_1, y_1, x_2, y_2) \in R^4 \mid x_1 = x_B = \frac{1+2m}{1-h+m-2hm} \right\}.$$

Несложно заметить, что вид этой секущей плоскости не зависит от варьируемых параметров a и c_1 , и поэтому ее положение фиксированное (в данном случае $x_B=2.02$). Но более важно, что она расположена строго между двумя ветвями быстрого пачечного многообразия таким образом, что модельная траектория пересекает плоскость π только лишь в медленной тонической части цикла. В результате для режимов из области S траектория, очевидно, пересечет плоскость π лишь в двух точках независимо от количества полных оборотов

цикла, т.е. потребуется один виток, чтобы периодическая траектория вернулась в ту же самую точку на плоскости π . В это же время в области квазипериодической динамики траектория пересечет плоскость π в значительно большем числе точек (при $t \rightarrow \infty$, как правило, в бесконечно большом). Подсчитав количество этих точек, т.е. решений

системы (2), для которых $|x_1 - x_B| < \varepsilon$ (ε – малое положительное число), можно построить карту динамических режимов (рис. 1в). В результате на карте, изображенной на рис. 1в, цветом закодировано количество витков, необходимых для того, чтобы траектория вернулась в ту же точку фазового пространства, или, другими словами, это число равно периоду соответствующего отображения Пуанкаре (отображение последования). На этой карте хорошо видно, что область Q неоднородна. В ней чередуются области квазипериодической динамики (отмеченные черным цветом) и тонкие языки синхронизации – строго периодическая динамика (отмеченные цветом). Ведущими циклами отображения Пуанкаре являются колебания с периодом 4 и 6. Это означает, что для параметров, взятых на языке синхронизации, траектория часто содержит два или три витка. Для квазипериодической динамики траектория никогда не проходит дважды через одну и ту же точку, что на секущей плоскости отображается в виде множества точек на двумерной плоскости (рис. 4).

На рис. 4 показаны примеры аттракторов, формируемых в отображении последования на плоскости (x_2, y_2) , а также в полной системе (2). В первых двух примерах модельные параметры выбраны из области Q ближе к линии KB , в последующих примерах ближе к линии TB на рис. 1а. Слева на рис. 4а показаны две замкнутые инвариантные кривые, которые при небольшой вариации параметров разрушаются вблизи резонансного цикла. В результате формируется двухкомпонентный аттрактор, изображенный справа на рис. 4а. Он состоит из 20 участков (полос). В данных двух примерах траектория системы (2) целиком лежит на бутылке Клейна (KB) – неориентируемой (односторонней) поверхности. Как известно, в трехмерном евклидовом пространстве эта поверхность имеет отверстие, соответствующее самопересечению на одной из стенок (внутреннее горлышко), где происходит переход с внешней части бутылки на внутреннюю (внешнее горлышко). В четырехмерном фазовом пространстве системы (2) такого отверстия нет, однако поверхность по-прежнему неориентируемая. В результате переход с внешней

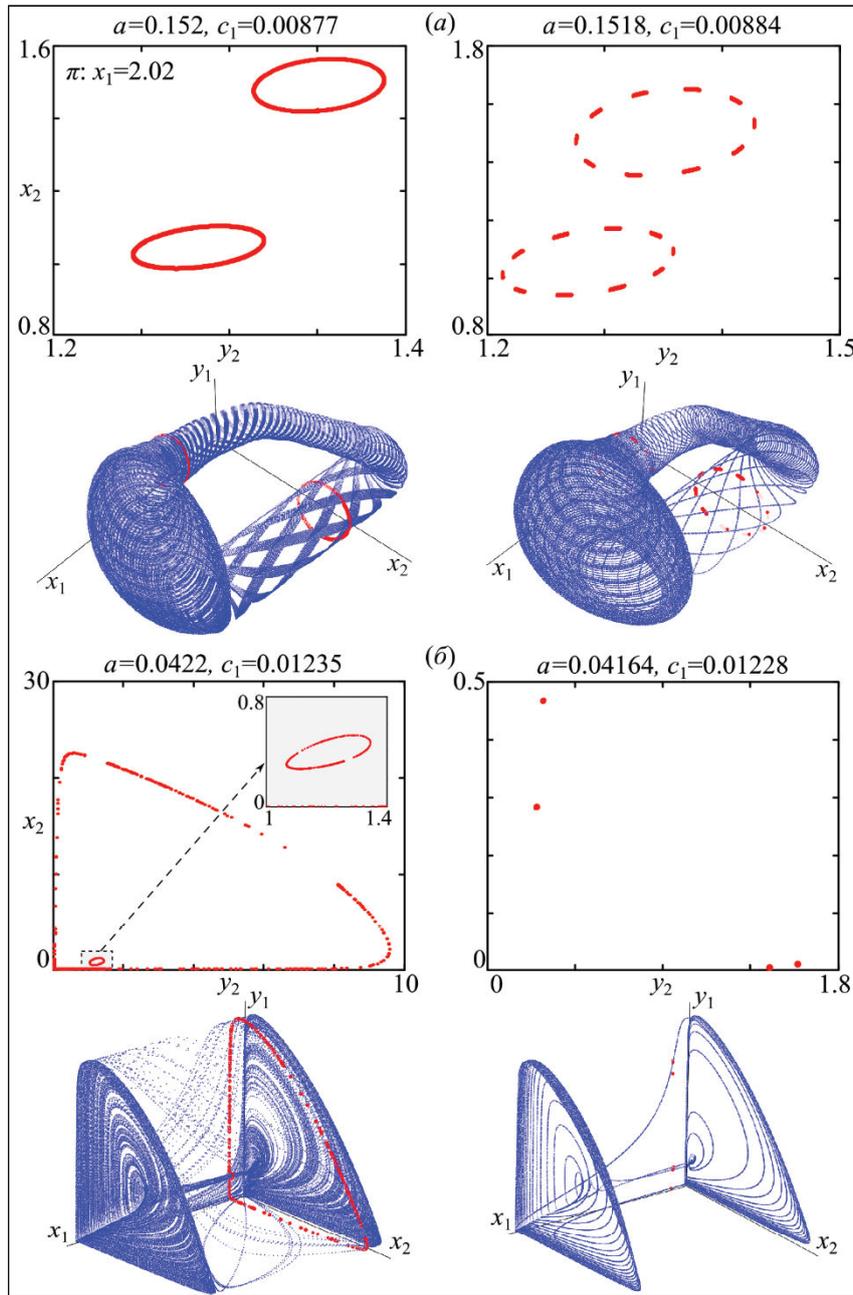


Рис. 4. Сечения Пуанкаре (верхний ряд) и аттрактор системы (2) в случае, когда траектория покрывает (а) бутылку Клейна и (б) тор

Fig. 4. Poincaré sections (upper row) and attractor of system (2) in the cases when the trajectory lies on (a) the Klein bottle and (б) the torus

части бутылки на внутреннюю в модели (2) соответствует скачку численности жертв на первой территории и резко возросшей амплитуде колебаний численности жертв на второй территории. Во втором случае траектория лежит на торе (ТВ) – ориентируемой (двухсторонней) поверхности, формируемой за счет периодических колебаний обоих сообществ с частотами, отношение кото-

рых равно иррациональному числу. В этом случае колебания численностей на обеих территориях более независимы (несинхронные). Кроме того, на тип динамики в системе (2) указывает вид инвариантных кривых в отображении Пуанкаре. В случае бутылки Клейна эти кривые расположены достаточно далеко друг от друга, как на рис. 4а. Для тора инвариантные кривые вложены друг в друга,

как на рис. 4б слева (вторая инвариантная кривая небольшая и прижата к оси абсцисс). Справа этот цикл проходит через сильный резонанс (отношение частот – рациональное число $1/2$) и в сечении оказывается лишь 4 точки.

Заключение

В ходе проведенного исследования системы двух неидентичных взаимосвязанных сообществ «хищник – жертва» обнаружено, что небольшие значения коэффициентов миграции m и самолимитирования жертвы a способствуют возникновению квазипериодических режимов динамики, соответствующих потере синхронизации динамики сообществ. Этому предшествует формирование быстро-медленного цикла при низких значениях убыли хищников первого сообщества. По мере роста смертности хищника формируется пачечная динамика, которая содержит участки с медленной и быстрой динамикой. Динамика в этом случае строго периодическая и, как правило, противофазная на разных территориях. Обнаружено несколько вариантов следования быстрых и медленных колебаний, которые отличаются формой участка с быстрой пачечной динамикой (треугольная, ромбовидная и усеченная ромбовидная пачка) и соотношениями численности хищников и жертв на сопредельных территориях. Описан новый вид пачек более сложной формы, содержащих в себе последовательное чередование затухающих, расходящихся и вновь затухающих быстрых колебаний численностей.

Установлено, что модельная траектория исследуемой модели покрывает такие топологические структуры, как бутылка Клейна и тор. Показано, что для периодической динамики траектория движется по ним единственно возможным образом независимо от формы пачек, т.е. возвращается за один полный оборот в исходную точку на данных множествах. Найден диапазон параметров, в котором траектория плотно обвивает эти структуры, а динамика оказывается квазипериодической и несинхронной на разных территориях. В результате анализа этой динамики было обнаружено множество языков синхронизации. Показано, что в соответствующем отображении Пуанкаре ведущими являются 4- и 6-циклы. Это означает, что на языках траектория делает 2 или 3 полных витка на отмеченных топологических структурах.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН и частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-51-45004 ИНД_а).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кулаков М.П., Курилова Е.В., Фрисман Е.Я. Синхронизация, тоническая и пачечная динамика в модели двух сообществ «хищник-жертва», связанных миграциями хищника. DOI 10.17537/2019.14.588 // Математическая биология и биоинформатика. 2019. Т. 14, № 2. С. 588–611.
2. Курилова Е.В., Кулаков М.П., Фрисман Е.Я. Последствия синхронизации колебаний численностей в двух взаимодействующих сообществах типа «хищник – жертва» при насыщении хищника и лимитировании численности жертвы // Информатика и системы управления. 2015. Т. 45, № 3. С. 24–34.
3. Фрисман Е.Я., Кулаков М.П., Ревуцкая О.Л., Жданова О.Л., Неверова Г.П. Основные направления и обзор современного состояния исследований динамики структурированных и взаимодействующих популяций. DOI 10.20537/2076-7633-2019-11-1-119-151 // Компьютерные исследования и моделирование. 2019. Т. 11, № 1. С. 119–151.
4. Bakhanova Y.V., Kazakov A.O., Korotkov A.G., Levanova T.A., Osipov G.V. Spiral attractors as the root of a new type of “bursting activity” in the Rosenzweig–MacArthur model. DOI 10.1140/epjst/e2018-800025-6 // Eur. Phys. J. Special. 2018. Vol. 227. P. 959–970.
5. Bazykin A.D. Nonlinear Dynamics of Interacting Populations / Ed. by Alexander I. Khibnik and Bernd Krauskopf. – World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 1998. 216 p. DOI 10.1142/2284.
6. Comins H.N., Hassell M.P., May R.M. The spatial dynamics of host-parasitoid systems. DOI 10.2307/5627 // J. Animal Ecology. 1992. Vol. 61. P. 735–748.
7. Ersöz E.K., Desroches M., Mirasso C.R., Rodrigues S. Anticipation via canards in excitable systems. DOI 10.1063/1.5050018 // Chaos. 2019. Vol. 013111, N. 29.
8. Goldwyn E.E., Hastings A. When can dispersal synchronize populations? DOI 10.1016/j.tpb.2007.11.012 // Theoretical Population Biology. 2008. Vol. 73, No. 3. P. 395–402.
9. Huang T., Zhang H. Bifurcation, chaos and pattern formation in a space-and time-discrete predator-prey system. DOI 10.1016/j.chaos.2016.05.009 // Chaos, Solitons & Fractals. 2016. Vol. 91. P. 92–107.
10. Mukhopadhyay B., Bhattacharyya R. Role of predator switching in an eco-epidemiological model with disease in the prey. DOI 10.1016/j.

- ecolmodel.2009.01.016 // Ecological Modelling. 2009. Vol. 220, No. 7. P. 931–939.
11. Rinaldi S., Muratori S. Slow-fast limit cycles in predator-prey models. DOI 10.1016/0304-3800(92)90023-8 // Ecological Modelling. 1992. Vol. 61. P. 287–308.
12. Saifuddin Md., Biswas S., Samanta S., Sarkar S., Chattopadhyay J. Complex dynamics of an eco-epidemiological model with different competition coefficients and weak Allee in the predator. DOI 10.1016/j.chaos.2016.06.009 // Chaos, Solitons & Fractals. 2016. Vol. 91. P. 270–285.

QUASI-PERIODIC DYNAMICS IN A MODEL OF PREDATOR–PREY COMMUNITIES COUPLED BY MIGRATION

E.V. Kurilova, M.P. Kulakov

The article is devoted to the dynamics of two coupled non-identical predator–prey communities with growth in prey population and functional response of predators of the Hollings type II. The authors investigated the formation mechanisms of complex spatial-temporal dynamic structures. These structures are characterized by both fast and slow changes in the size of populations, and by various ratios of synchronous and non-synchronous dynamics in certain periods. We described the transition scenarios, from different types of regular burst dynamics to quasi-periodic dynamics, when differences in the communities under consideration vary.

Keywords: predator–prey, migration, synchronization, bifurcation, tonic spiking and bursting.

УДК 581.9(571.621)

АДВЕНТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОРЫ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ: СОВРЕМЕННЫЙ СПИСОК ВИДОВ, ДОПОЛНЕНИЯ

Т.А. Рубцова¹, Л.А. Антонова²

¹Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, Биробиджан, 679016,
e-mail: ecolicap@mail.ru;

²Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
ул. Дикопольцева 56, Хабаровск, 680000,
e-mail: levczik@yandex.ru

В статье приводятся современные сведения об адвентивном компоненте флоры Еврейской автономной области, который представлен 203 видами из 137 родов и 34 семейств, что составляет 14% природной флоры региона (1450 видов). Из этого списка семь видов являются новыми для области (*Hesperis matronalis* L. – вечерница матроны, *Impatiens parviflora* DC. – недотрога мелкоцветковая, *Hippophae rhamnoides* L. – облепиха крушиновидная, *Xanthoxalis corniculata* (L.) Small. – желтоокислица рожковая, *Phalacrologa annuum* (L.) Dumort. – тонколуchnik однолетний, *Solidago canadensis* L. – золотарник канадский, *Tussilago farfara* L. – мать-и-мачеха обыкновенная). Для 34 чужеродных видов сосудистых растений ЕАО определен и указан инвазионный статус (IS).

Ключевые слова: сосудистые растения, Еврейская автономная область, адвентивный (чужеродный) компонент флоры, дополнения к флоре.

Введение

Характерным признаком современности является разрушение биогеографических барьеров и расселение растений в новые регионы, где они могут натурализоваться и стать причиной экологической, экономической и социальной катастрофы. В настоящее время внедрение на территории чужеродных видов растений является значительной частью глобальных природных изменений и может приводить к серьезным последствиям, таким как существенные потери биологического разнообразия и снижение экономической значимости экосистем. В связи с этим изучение чужеродной или адвентивной флоры является важным как флористическим, так и экологическим вопросом. Под адвентивными понимаются виды, проникновение которых на конкретную территорию связано с деятельностью человека либо путем случайного (непреднамеренного) заноса, либо в результате интродукции или дичания культивируемых растений; т.е. это виды, преодолевшие географический барьер и обнаруженные за пределами естественного ареала [15]. Уровень насыщенности флоры адвентивными видами является показателем состояния растительного покрова территории. В ре-

гиональных флорах заносные виды составляют в среднем около 20%, а в городах этот процент значительно выше. В связи с этим необходим сбор информации, представляющей собой разрозненные сведения о местонахождении этих видов в регионах.

Еврейская автономная область (ЕАО) расположена на юге Дальнего Востока России в Среднем Приамурье. Растительный покров области отличается значительным флористическим и фитоценотическим разнообразием. Его своеобразие обусловлено с одной стороны положением на границе Циркумбореальной и Восточноазиатской флористических областей, а с другой стороны – уникальной орографией района, представляющей северную часть обширной Среднеамурской низменности и ее горное обрамление Малый Хинган и Буреинский хребет. ЕАО занимает 1% от территории российского Дальнего Востока (РДВ), однако здесь произрастает 33% видов от флоры РДВ [13].

Природная флора сосудистых растений ЕАО с учетом новых семи адвентивных видов, указанных в данной статье, насчитывает 1450 видов, из них чужеродными (адвентивными) являются 203 вида, что составляет 14% от всей фло-

ры региона [9]. Учитывая небольшую площадь ЕАО, уровень адвентизации природной флоры в регионе достаточно высок по сравнению с другими дальневосточными регионами. Это связано не только с природно-климатическими условиями, но и социально-экономическим развитием области. Цель данной работы – привести современный аннотированный список адвентивных видов ЕАО с учетом флористических находок.

Материал и методика исследований

В рамках исследований природной флоры ЕАО, выполненных в период с 1994 г. по 2019 г., изучалась и адвентивная флора региона. Полевые исследования проводились традиционным маршрутно-рекогносцировочным методом в сочетании с изучением флор отдельных пунктов. Исследования выполнялись во всех административных районах ЕАО, всего было обследовано более 35 населенных пунктов, в которых изучались, прежде всего, различные типы антропогенных экотопов и природные сообщества различной степени нарушенности (леса, луга, берега водоемов, отвалы, карьеры и др.). Обследование различных типов экотопов сопровождалось составлением флористических списков. Были критически проанализированы современные литературные данные по флоре ЕАО и других сопредельных территорий, обобщающие работы специалистов [1–8, 10, 12, 14 и др.] и гербарные материалы (LE, MW, VLA, КНА). Для 34 видов определен инвазионный статус (IS), который имеет следующие значения: IS 1 – виды-«трансформеры», которые активно внедряются в естественные и полуестественные сообщества, изменяют облик экосистем, нарушают сукцессионные связи, выступают в качестве эдификаторов и доминантов, образуя значительные по площади одновидовые заросли, вытесняют и (или) препятствуют возобновлению видов природной флоры; IS 2 – чужеродные виды, активно расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных, полуестественных и естественных местообитаниях; IS 3 – чужеродные виды, расселяющиеся и натурализующиеся в настоящее время в нарушенных местообитаниях; в ходе дальнейшей натурализации некоторые из них, по-видимому, смогут внедриться в полуестественные и естественные сообщества; IS 4 – потенциально инвазионные виды, способные к возобновлению в местах заноса и проявившие себя в смежных регионах в качестве инвазионных видов [16]. Виды с указанием инвазионного статуса (IS) помечены в списке *. Новые не только для адвентивной, но и для региональной флоры виды указаны жирным шрифтом.

Номенклатура таксонов и их объем приведены в соответствии со сводкой «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» [11] с учетом дополнений к флоре Дальнего Востока и изменений к предыдущему изданию [13].

Результаты исследований

Основой данной работы является аннотированный список адвентивных видов сосудистых растений Еврейской автономной области (203 вида) с указанием названий семейств и видов, эколого-ценотических условий произрастания, жизненных форм и экологических групп по отношению к влаге.

Typhaceae Juss. – Рогозовые

Typha angustifolia L. – Рогоз узколистый. Растёт по берегам водоёмов, на отмелях и болотистых лугах. Травянистый многолетник. Гигрофит.

Alismataceae Vent. – Частуховые

Alisma plantago-aquatica L. – Частуха обыкновенная. Встречается по берегам водоёмов, на болотах. Травянистый многолетник. Гигрофит.

Poaceae Barnh. – Мятликовые

Agrostis gigantea Roth – Полевица гигантская. Встречается на залежах с богатыми почвами, на нарушенных лугах, приречных песках и галечниках, у дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Agrostis stolonifera L. – Полевица побегообразующая. Растёт на песках, галечниках и сырых лугах. Травянистый многолетник. Мезогигрофит.

Alopecurus arundinaceus Poir. – Лисохвост тростниковидный. Отмечается по дренажным канавам, у дорог, на влажных лугах. Травянистый многолетник. Гигромезофит.

Alopecurus brachystachyus Vieb. – Лисохвост короткоколосый. Встречается в составе влажных лугов. Травянистый многолетник. Гигромезофит.

Alopecurus geniculatus L. – Лисохвост коленчатый. Отмечается на сорных местах, у дорог, по берегам водоёмов. Травянистый однолетник или двулетник-многолетник. Мезогигрофит.

Alopecurus pratensis L. – Лисохвост луговой. Встречается на лугах, у дорог, в населённых пунктах, среди кустарников. Травянистый многолетник. Мезофит.

Arthraxon centrasiaticus (Griseb.) Gamajun. – Артраксон центральноазиатский. Обычен у дорог, на пустырях. Однолетник. Гигрофит.

Arthraxon hispidus (Thunb.) Makino – Артраксон шиповатый. Поселяется у дорог, на пустырях. Однолетник. Гигрофит.

Avena sativa L. – Овёс посевной. Культивируется, иногда дичает и встречается как сорное на

пустырях, у дорог, на железнодорожных насыпях. Однолетник. Мезофит.

Bromopsis inermis (Leys.) Holub (*Bromus inermis* Leys.) – Кострец безостый (костёр безостый). Поселяется на залежах, пустырях, у дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Calamagrostis epigeios (L.) Roth – Вейник наземный. Расселяется на вырубках, песках и галечниках, у дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Ceratochloa cathartica (Vahl) Herter – Роговик слабительный. Поселяется на железнодорожных насыпях и у жилья. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Deschampsia cespitosa (L.) Beauv. – Щучник дернистый. Поселяется на пустырях, заброшенных сеяных лугах, у берегов водоёмов, у дорог, в населённых пунктах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Digitaria ischaemum (Schreb.) Muehl. – Рясичка обыкновенная. Встречается на нарушенных местообитаниях – у дорог, на огородах. Однолетник. Мезофит.

**Elymus novae-angliae* (Scribn.) Tzvel. – Пырейник ново-английский. Расселяется по обочинам дорог, на насыпях, залежах, пустырях. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 4).

Elytrigia repens (L.) Nevski (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) – Пырей ползучий (житняк ползучий). Распространён на лугах, приречных песках и галечниках, залежах, пустырях, у дорог, на полях как сорное растение. Травянистый многолетник. Мезофит.

**Festuca pratensis* Huds. – Овсяница луговая. Расселяется у дорог, в садах и парках, в населённых пунктах. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 2).

**Hordeum jubatum* L. – Ячмень гривастый. Распространён у дорог, на газонах. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 1).

Hordeum vulgare L. – Ячмень обыкновенный. Культивируется повсеместно, иногда встречается в сорных местах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Leymus chinensis (Trin.) Tzvel. (*Elymus chinensis* (Trin.) Keng.) – Колосняк китайский (пырейник китайский). Отмечается на остепнённых склонах, лугах, прирусловых галечниках. Травянистый многолетник. Ксеромезофит.

Lolium rigidum Gaudin – Плевел жёсткий. Распространён на железнодорожных насыпях, по сорным местам, у дорог. Однолетник. Мезоксерофит.

Phleum phleoides (L.) Karst. – Тимофеевка степная. Распространена на суходольных вторичных лугах. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Phleum pratense L. – Тимофеевка луговая. Расселяется у дорог и жилья. Травянистый многолетник. Мезофит.

Poa annua L. – Мятлик однолетний. Поселяется у жилья. Однолетник. Мезофит.

Poa compressa L. – Мятлик сплюснутый. Распространён у дорог, на железнодорожных насыпях, на щебнистых склонах, сорное в парках и на залежах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Poa trivialis L. – Мятлик обыкновенный. Встречается у дорог, на влажных лугах, близ населённых пунктов, по сорным местам, у берегов водоёмов. Травянистый многолетник. Гигромезофит.

Puccinellia distans (Jacq.) Parl. – Бескильница расставленная. Поселяется у дорог и жилья. Травянистый многолетник. Мезофит.

Triticum aestivum L. (*Triticum vulgare* Vill.) – Пшеница летняя (пшеница обыкновенная). Культурное растение, нередко дичает. Однолетник. Мезофит.

Commelinaceae R. Br. – Коммелиновые

Commelina communis L. – Коммелина обыкновенная. Расселяется на залежах, газонах, в огородах. Однолетник. Мезофит.

Juncaceae Juss. – Ситниковые

Juncus tenuis Willd. – Ситник тонкий. Отмечается по обочинам дорог, берегам водоёмов. Травянистый многолетник. Гигромезофит.

Ulmaceae Mirb. – Ильмовые

Ulmus pumila L. – Ильм низкий. Растёт на открытых местах, по галечникам и пескам в поймах рек, в населённых пунктах. Дерево. Мезофит.

Moraceae Link – Тутовые

Morus alba L. – Шелковица белая. Встречается в составе долинных лесов вдоль р. Амур, а также культивируется и дичает. Дерево. Мезофит.

Cannabaceae Lindl. – Коноплевые

Cannabis sativa L. – Конопля посевная. Расселяется близ дорог, на заброшенных полях и фермах. Однолетник. Мезофит.

**Humulus lupulus* L. – Хмель обыкновенный. Растёт вдоль дорог, у жилья. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 1).

Urticaceae Juss. – Крапивовые

Urtica cannabina L. – Крапива коноплевая. Расселяется по железнодорожным насыпям, на нарушенных местах в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

Urtica urens L. – Крапива жгучая. Поселяется на сорных местах, натурализуется. Однолетник. Мезогигрофит.

Polygonaceae Juss. – Гречиховые

Fagopyrum esculentum Moench (*Polygonum fagopyrum* L.) – Гречиха посевная (спорыш гречиховый). Встречается как культурное растение на полях и заносное у дорог, в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

Persicaria bungeana (Turcz.) Nakai ex Mori (*Polygonum bungeanum* Turcz.) – Горец Бунге (спорыш Бунге). Поселяется на полях, у дорог, в населённых пунктах, по береговым обрывам и галечникам, в ивняках. Однолетник. Мезофит.

Persicaria longiseta (De Bruyn) Kitag. (*Polygonum longisetum* De Bruyn) – Горец длиннощетиновый (спорыш длиннощетиновый). Произрастает на влажных лугах и болотах, приречных песках и галечниках, у берегов водоёмов, в засорённых лесах и среди кустарников, часто как сорное в населённых пунктах и у дорог. Однолетник. Гигрофит.

Persicaria maculosa S.F. Gray (*Persicaria maculata* (Rafin.) S.F. Gray) – Горец пятнистый (горец почечуйный). Встречается на приречных песках и галечниках, у дорог. Однолетник. Мезофит.

Persicaria orientalis (L.) Spach (*Polygonum orientale* L.) – Горец восточный (спорыш восточный). Встречается в населённых пунктах, у дорог. Однолетник. Мезофит.

Persicaria pilosa (Roxb.) Kitag. (*Polygonum pilosum* Roxb.) – Горец волосистый (спорыш волосистый). Поселяется на засорённых лугах, лесных полянах, песках и галечниках, у дорог, в населённых пунктах, часто как сорное растение. Однолетник. Мезофит.

Persicaria viscosa (Buch.-Ham. ex D. Don) H. Gross et Nakai (*Polygonum viscosum* Buch.-Ham. ex D. Don) – Горец железистый (спорыш железистый). Произрастает на засорённых лугах, песчаных и галечниковых отмелях, береговых обрывах, в посевах, у дорог, в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

Polygonum rigidum V. Skvorts. – Спорыш жёсткий. Поселяется в населённых пунктах, у дорог, на окраинах полей, приречных песках и галечниках. Однолетник. Мезоксерофит.

Rheum rhabarbarum L. (*Rheum undulatum* L.) – Ревень обыкновенный (ревень волнистый). Культивируется и уходит из культуры, дичает, встречается в населённых пунктах и вокруг них. Травянистый многолетник. Мезофит.

Rumex crispus L. – Щавельник курчавый.

Расселяется на засорённых лугах и лесных полянах, у дорог, в населённых пунктах, на окраинах полей. Травянистый многолетник. Мезофит.

Chenopodiaceae Less. – Маревые

Chenopodium acuminatum Willd. – Марь заострённая. Предпочитает железнодорожные насыпи. Однолетник. Мезофит.

Chenopodium album L. – Марь белая. Отмечается на железнодорожных насыпях, на обочинах дорог, по берегам рек. Однолетник. Мезофит.

Chenopodium polyspermum L. – Марь многосемянная. Предпочитает рудеральные места. Однолетник. Мезофит.

Chenopodium rubrum L. – Марь красная. Встречается как сорное растение в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

Chenopodium strictum Roth – Марь торчащая. Расселяется на рудеральных местах. Однолетник. Мезофит.

Kochia scoparia (L.) Schrad. – Кохия веничная. Предпочитает отмели рек, сорные места, железнодорожные насыпи. Однолетник. Мезофит.

Salsola collina Pall. – Солянка холмовая. Растёт на берегах рек, склонах, часто на нарушенных местах. Однолетник. Мезогигрофит.

Amaranthaceae Juss. – Щирицевые

Amaranthus albus L. – Щирица белая. Отмечается на железнодорожных насыпях, в посевах как сорное растение, на галечниках. Однолетник. Мезофит.

Amaranthus blitoides S. Wats. – Щирица жминовидная. Растёт преимущественно на железнодорожных насыпях, у дорог. Однолетник. Мезофит.

Amaranthus hybridus L. – Щирица гибридная. Встречается на железнодорожных насыпях, в сорных местах. Однолетник. Мезофит.

**Amaranthus retroflexus* L. – Щирица запрокинутая. Сорняк огородных культур. Однолетник. Мезофит. (IS 3).

Portulacaceae Juss. – Портулаковые

Portulaca oleracea L. – Портулак огородный. Произрастает на обочинах дорог, железнодорожных насыпях, в садах и огородах как сорное растение. Однолетник. Мезофит.

Caryophyllaceae Juss. – Гвоздичные

Agrostemma githago L. – Куколь посевной. Изредка расселяется как сорное растение в посевах. Однолетник. Мезофит.

Cerastium holosteoides Fries (*Cerastium vulgatum* L.) – Ясколка дернистая (ясколка обыкновенная). Растёт по берегам рек и лесным тропам, на пашнях и сорных местах. Однолетник. Мезофит.

Psammophiliella muralis (L.) Ikonn. (*Gypsophila serotina* Hayne ex Willd.) – Песколюбочка постенная. Расселяется на полях, заброшенных пашнях, вдоль дорог, около жилья. Однолетник. Мезофит.

Scleranthus annuus L. – Дивала однолетняя. Поселяется на полях, залежах, по обочинам дорог. Однолетник. Мезофит.

Silene armeria L. – Смолёвка армериевидная. Расселяется на полях и в огородах. Однолетник. Мезофит.

Spergula arvensis L. – Торица обыкновенная. Расселяется на полях и огородах, около жилья, по дорогам, на газонах. Однолетник. Мезофит.

Spergularia rubra (L.) J. et C. Presl – Торичник красный. Произрастает на песчаных, галечниковых и заиленных отмелях рек, озёр, на сырых местах по обочинам дорог, у жилья, на пустырях, сырых лугах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Stellaria graminea L. – Звездчатка злаковая. Встречается на железнодорожных насыпях, у дорог и полей, в окрестностях населённых пунктов. Травянистый многолетник. Мезофит.

Stellaria media (L.) Vill. – Звездчатка средняя. Отмечается в сорных местах, у жилья, на огородах. Однолетник. Мезофит.

Stellaria uliginosa Murr. – Звездчатка топяная. Растёт по берегам рек и ключей, на отмельных песках, у дорог, как сорное растение на огородах. Травянистый многолетник. Гигромезофит.

Ranunculaceae Juss. – Лютиковые

Leptopyrum fumarioides (L.) Reichenb. (*Isopyrum fumarioides* L.) – Тонкоплодник дымянковый (равноплодник дымянковый). Встречается на огородах, в сорных местах, вдоль дорог. Однолетник. Мезофит.

Ranunculus polyanthemos L. – Лютик многоцветковый. Произрастает на суходольных лугах, лесных опушках, по окраинам полей, на железнодорожных насыпях, вдоль дорог. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Ranunculus sceleratus L. – Лютик ядовитый. Встречается на лугах, лесных опушках, по берегам водоёмов. Однолетник. Гигромезофит.

Brassicaceae Burnett – Капустовые

**Armoracia rusticana* Gaertn., Mey. et Scherb. – Хрен деревенский. Поселяется в одичавшем состоянии на лугах, в окрестностях населённых пунктов. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 3).

Berberoa incana (L.) DC. – Икотник серый. Отмечается на полях, залежах, у дорог. Двулетник. Мезофит.

Brassica nigra (L.) Koch (*Sinapis nigra* L.) – Капуста чёрная (чёрная горчица). Уходит из культуры, поселяется в населённых пунктах. Двулетник. Мезофит.

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. – Пастиушь сумка обыкновенная. Предпочитает сорные места и выгоны, местообитания у жилья. Однолетник. Мезофит.

Descurainia sophia (L.) Webb ex Prantl – Декурения София. Сорное растение в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

**Hesperis matronalis* L. – Вечерница матроны. Встречается у дорог, на сорных местах. Однолетник. Мезофит. Новый для ЕАО вид. (IS 4).

Hirschfeldia incana (L.) Lagr.-Foss. – Гиршфельдия серая. Отмечается на сорных местах близ железнодорожных насыпей. Однолетник. Мезофит.

Lepidium densiflorum Schrad. – Клоповник густоцветковый. Поселяется на сорных местах у дорог и троп. Двулетник. Мезофит.

Lepidium ruderales L. – Клоповник сорный. Встречается у дорог, на сорных местах. Однолетник. Мезофит.

Neslia paniculata (L.) Desv. – Неслия метельчатая. Расселяется в нарушенных местообитаниях – на полях и брошенных пашнях. Однолетник. Мезофит.

Sinapis arvensis L. – Горчица полевая. Отмечается как сорняк в посевах и как рудеральное растение. Однолетник. Мезофит.

Sisymbrium altissimum L. – Гулявник высокий. Растёт на сорных местах, вблизи железнодорожных насыпей и населённых пунктов. Однолетник. Мезофит.

Velarum officinale (L.) Reichenb. (*Sisymbrium officinale* (L.) Scop.) – Гулявница лекарственная (гулявник лекарственный). Сорное растение в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

Thlaspi arvense L. – Ярутка полевая. Расселяется на полях, у дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Turritis glabra L. – Башенница голая. Встречается на сорных местах, по приречным галечникам. Однолетник. Мезогигрофит.

Rosaceae Juss. – Розовые

Microcerasus tomentosa (Thunb.) Eremín et Jushev (*Cerasus tomentosa* (Thunb.) Wall.) – Вишенка войлочная (вишня войлочная). Культивируется населением, уходит из культуры и поселяется в населённых пунктах и их окрестностях. Кустарник. Мезофит.

Potentilla anserina L. – Лапчатка гусиная. Отмечается по горным местам и по берегам рек. Травянистый многолетник. Мезофит.

Potentilla approximata Bunge – Лапчатка сближенная. Поселяется на сорных местах, у жилья и дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Potentilla argentea L. – Лапчатка серебристая. Растёт на суходольных луговых полянах среди кустарниковых зарослей. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Potentilla bifurca L. – Лапчатка вильчатая. Расселяется на сорных местах, вдоль дорог. Полукустарничек. Мезоксерофит.

Potentilla canescens Bess. – Лапчатка седоватая. Отмечается у дорог, на выгонах, суходольных лугах близ жилья. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Potentilla intermedia L. – Лапчатка средняя. Расселяется у железных дорог, на выгонах, суходольных лугах близ жилья. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Potentilla multifida L. – Лапчатка многонадрезная. Растёт по речным берегам или по сорным местам у дорог. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Potentilla tergemina Sojak – Лапчатка трёхпарная. Растёт на суходольных лугах, остепнённых склонах, опушках, берегах рек, выгонах, вдоль дорог. Травянистый многолетник. Ксеромезофит.

Fabaceae Lindl. – Бобовые

Amoria hybrida (L.) C. Presl (*Trifolium hybridum* L.) – Амория гибридная (клевер гибридный). Растёт на сырых лугах, по берегам рек, у дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Amoria montana L. Sojak (*Trifolium montanum* L.) – Амория горная (клевер горный). Отмечается у края лесных дорог, на склонах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Amoria repens (L.) C. Presl (*Trifolium repens* L.) – Амория ползучая (клевер ползучий). Расселяется у жилья. Травянистый многолетник. Мезофит.

Astragalus adsurgens Pall. – Астрагал приподнимающийся. Произрастает на сухих травянистых и остепнённых склонах, сухих лугах, по берегам рек, в кустарниковых зарослях, у дорог. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Astragalus danicus Retz. – Астрагал датский. Предпочитает сухие каменистые склоны, лесные опушки и берега рек. Травянистый многолетник. Мезофит.

Chrysochloa campestris (Schreb.) Desv. (*Tri-*

folium campestre Schreb.) – Злаотитник полевой (клевер полевой). Растёт на насыпях, травянистых склонах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Lathyrus pratensis L. – Чина луговая. Отмечается на обочинах лесных дорог, по берегам рек, на лугах, в кустарниках. Травянистый многолетник. Гигромезофит.

Lotus corniculatus L. – Лядвенец рогатый. Расселяется как сорное растение на газонах. Однолетник. Мезофит.

Medicago falcata L. – Люцерна серповидная. Встречается в кустарниковых зарослях, на сухих каменистых почвах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Medicago lupulina L. – Люцерна хмелевидная. Отмечается на сухих склонах, железнодорожных насыпях, выгонах, лугах. Однолетник. Мезоксерофит.

Medicago sativa L. – Люцерна посевная. Поселяется на пустырях, по дорогам, по краю полей, изредка в посевах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Melilotus albus Medik. – Донник белый. Расселяется у дорог, на залежах, речных песках, железнодорожных путях, по краям полей, как сорное растение в посевах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Trifolium arvense L. – Клевер пашенный. Поселяется у дорог, на пустырях, железнодорожных насыпях. Однолетник. Мезоксерофит.

Trifolium pratense L. – Клевер луговой. Расселяется у дорог, на лугах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray – Горошек волосистый. Расселяется на сорных местах, у дорог, на железнодорожных насыпях, брошенных пашнях, в посевах. Однолетник. Мезофит.

Vicia sepium L. – Горошек заборный. Расселяется на лесных опушках, у дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Geraniaceae Juss. – Гераневые

Erodium cicutarium (L.) L'Herit. – Журавельник цикutowый. Поселяется на залежах, вдоль дорог. Однолетник. Мезофит.

Erodium stephanianum Willd. – Журавельник Стефана. Встречается по сорным местам, у дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Euphorbiaceae Juss. – Молочайные

Euphorbia virgata Waldst. et Kit. (*Euphorbia waldsteini* (Sojak) Czer.) – Молочай лозный (молочай Вальдштейна). Поселяется на железнодорожных насыпях и галечниках. Травянистый многолетник. Мезофит.

Aceraceae Juss. – Кленовые

**Acer negundo* L. – Клён ясенелистный. Расселяется на пустырях, в парках, на обочинах дорог. Дерево. Мезофит. (IS 2).

Balsaminaceae A. Rich. – Бальзаминовые

**Impatiens glandulifera* Royle – Недотрога железконосная. Культивируется в садах, уходит из культуры и поселяется в массе на открытых склонах, по влажным оврагам, берегам рек и ручьёв. Однолетник. Мезофит. (IS 1)

**Impatiens parviflora* DC. – Недотрога мелкоцветковая. Расселяется по тенистым местам во дворах, оврагах, по берегам водоёмов. Новый для ЕАО вид. (IS 2).

Malvaceae Juss. – Мальвовые

Abutilon theophrasti Medik. – Канатник Теофраста. Расселяется как сорное растение на полях, у дорог. Однолетник. Мезофит.

Hibiscus trionum L. – Гибискус тройчатый. Встречается на засорённых пастбищах, полях. Однолетник. Мезофит.

Malva mauritiana L. (*Malva sylvestris* L.) – Мальва мавританская (мальва лесная). Отмечается на сухих местах, у селений. Однолетник. Мезофит.

Malva mohileviensis Downar (*Malva verticillata* L.) – Мальва могилевская (мальва мутовчатая). Расселяется на сорных местах, у дорог. Однолетник. Мезофит.

Malva pusilla Smith – Мальва низкая. Растёт у дорог, в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

Onagraceae Juss. – Кипрейные

**Oenothera biennis* L. – Энотера двулетняя. Расселяется по обочинам дорог, на пустырях, на галечниках, как заносное растение. Двулетник. Мезофит. (IS 3).

Oenothera depressa Greene – Энотера прижатая. Отмечается по обочинам дорог, на насыпях, галечниках и сухих берегах рек в антропогенно нарушенных местах. Двулетник. Мезофит.

Ariaceae Lindl. – Сельдереевые

**Carum carvi* L. – Тмин обыкновенный. Расселяется на сорных местах, у жилья, на насыпях. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 2).

Cnidium monnieri (L.) Cuss. ex Juss. – Книдиум Монье. Отмечается по обочинам дорог, на разнотравных лугах. Травянистый многолетник. Мезогигрофит.

**Pastinaca sylvestris* Mill. – Пастернак лесной. Расселяется вдоль дорог, на сорных местах, иногда на лугах. Двулетник. (IS 1).

Convolvulaceae Juss. – Вьюнковые

Calystegia hederacea Wall. – Повой плющевидный. Растёт на приречных галечниках и среди пойменных кустарников. Травянистый многолетник. Мезофит.

**Convolvulus arvensis* L. – Вьюнок полевой. Расселяется на сорных местах, железнодорожных насыпях, вдоль дорог. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 3).

Lamiaceae Lindl. – Губоцветные

Galeopsis ladanum L. – Пикульник ладанный. Отмечен на суходольных пастбищах. Однолетник. Мезофит.

Galeopsis tetrahit L. – Пикульник обыкновенный. Растёт в дубняках, на скалах. Однолетник. Мезофит.

**Glechoma hederacea* L. – Будра плющевидная. Произрастает по берегам рек на песчано-галечниковой почве, в кустарниковых зарослях, у жилья. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 1).

Lamium album L. – Яснотка белая. Растёт в кустарниковых зарослях, по берегам рек, у жилья. Травянистый многолетник. Мезофит.

Leonurus quinquelobatus Gilib. – Пустырник пятилопастный. Отмечается у дорог, на пустырях, в населённых пунктах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Perilla frutescens (L.) Britt. – Перилла кустарниковидная. Разводится как декоративное или пищевое растение, уходит из культуры и встречается в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

Prunella vulgaris L. – Черноголовка азиатская. Отмечается по лесным дорогам, опушкам, на лугах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Elangaceae Juss. – Лоховые

**Hippophae rhamnoides* L. – Облепиха крушиновидная. Отмечается по лесным дорогам, опушкам, на лугах. Кустарник. Мезофит. Новый для ЕАО вид. (IS 2).

Oxalidaceae Lindl. – Кислицевые

**Xanthoxalis corniculata* (L.) Small. – Желтокислица рожковая. Встречается как сорняк на огородах, вдоль дорог, на рудерализированных лугах и сорных местах, газонах. Травянистый многолетник. Мезофит. Новый для ЕАО вид. (IS 2)

Solanaceae Juss. – Паслёновые

Hyoscyamus niger L. – Белена чёрная. Поселяется у жилья как сорное растение. Однолетник. Мезофит.

Nicandra physaloides (L.) Gaertn. – Никандра физалисовидная. Отмечается у жилья, в населённых

ных пунктах как сорное растение. Однолетник. Мезофит.

Physalis ixocarpa Brot. ex Hornem. – Физалис липкоплодный. Культивируется и изредка встречается на сорных местах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Solanum nigrum L. – Паслён чёрный. Расселяется на сорных местах, изредка по берегам озёр. Однолетник. Мезофит.

Scrophulariaceae Juss. – Норичниковые

Linaria vulgaris Mill. – Лёнчанка обыкновенная. Расселяется как сорное растение на залежах, в посевах, у дорог, на железнодорожных насыпях. Травянистый многолетник. Мезофит.

**Odontites vulgaris* Moench (*Odontites rubra* (Baumg.) Oriz) – Зубчатка обыкновенная (зубчатка красная). Расселяется как сорное растение у дорог, на газонах, сухих лугах. Однолетник. Мезофит. (IS 2).

Rhinanthus minor L. – Погремок малый. Расселяется как сорное растение на сухих лугах, в населённых пунктах. Однолетник. Мезофит.

**Rhinanthus vernalis* (N. Zing.) Schischk. et Serg. – Погремок весенний. Растёт преимущественно на лугах. Однолетник. Мезофит.

Veronica anagallis-aquatica L. (*Veronica anagalloides* Guss.) – Вероника ключевая (вероника ложно-водяная). Произрастает по берегам ручьёв и водоёмов. Травянистый многолетник. Гигромезофит.

Veronica serpyllifolia L. – Вероника тимьянолистная. Расселяется как заносное растение по дорогам и лугам. Травянистый многолетник. Мезофит.

Plantaginaceae Juss. – Подорожниковые

Plantago lanceolata L. – Подорожник ланцетный. Расселяется на засорённых пастбищах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Plantago media L. – Подорожник средний. Отмечается на лугах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Cucurbitaceae Juss. – Тыквовые

**Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray – Эхиноцистис лопастной. Расселяется на сорных местах, у дорог. Однолетник. Мезофит. (IS 1).

Asteraceae Dumort. – Астровые

**Achillea millefolium* L. – Тысячелистник обыкновенный. Отмечается на суходольных лугах, в кустарниковых зарослях. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 3).

Achillea setacea Waldst. et Kit. – Тысячелистник щетинистый. Поселяется на обочинах дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

**Ambrosia artemisiifolia* L. – Амброзия полыннолистная. Расселяется как заносное растение по обочинам дорог, вдоль канав, вблизи сельскохозяйственных построек, на залежах, реже на суходольных лугах. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 1).

Arctium lappa L. – Лопух репейник. Растёт на сырых местах, по залежам. Травянистый многолетник. Мезофит.

**Arctium tomentosum* Mill. – Лопух войлочный. Отмечается вдоль дорог, на сорных местах, у жилья. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 3).

Artemisia annua L. – Полынь однолетняя. Встречается на береговых обрывах, обочинах дорог, пустырях, в огородах, на залежах. Однолетник. Мезофит.

Artemisia dracuncululus L. – Полынь эстрагон. Отмечается на сухих южных остепнённых склонах, на галечниках, в пойменных ивняках, как сорное растение на полях. Травянистый многолетник. Ксеромезофит.

Artemisia sieversiana Willd. – Полынь Сиверса. Произрастает на береговых обрывах, вдоль дорог. Двухлетник. Мезофит.

Artemisia vulgaris L. – Полынь обыкновенная. Отмечается по берегам рек, лесным опушкам, в рёлках, среди песчаных заливных долин, на лугах, каменистых осыпях и скалах. Травянистый многолетник. Мезофит.

**Bidens frondosa* L. – Черёда облиственная. Поселяется в канавах, по обочинам дорог, на пустырях вблизи жилья. Однолетник. Мезогигрофит. (IS 1).

Brachyactis angusta (Lindley) Britt. (*Brachyactis ciliata* (Ledeb.) Ledeb.) – Коротколучник узкий (коротколучник реснитчатый). Поселяется на сорных местах, по обочинам дорог, у жилья. Однолетник. Мезофит.

Carduus acanthoides L. – Чертополох колючий. Предпочитает обочины дорог, железнодорожные насыпи. Травянистый многолетник. Мезофит.

Carduus crispus L. – Чертополох курчавый. Отмечается по берегам рек и на сырых местах у жилья. Травянистый многолетник. Мезогигрофит.

Centaurea cyanus L. – Василёк синий. Приурочен к сельскохозяйственным землям, населённым пунктам. Однолетник. Мезофит.

Centaurea jacea L. – Василёк луговой. Расселяется по обочинам дорог, на железнодорожных насыпях, пустырях. Травянистый многолетник. Мезоксерофит.

Cichorium intybus L. – Цикорий обыкновенный. Расселяется на пустырях, по обочинам дорог,

в посевах многолетних кормовых трав. Травянистый многолетник. Мезофит.

**Cirsium setosum* (Willd.) Bieb. – Бодяк щетинистый. Распространяется по берегам рек, на опушках, у жилья, по краям полей. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 1).

**Coryza canadensis* (L.) Cronq. – Кониза канадская. Расселяется на лугах, галечниках, по обочинам дорог, у жилья. Однолетник. Мезофит. (IS 2).

Crepis tectorum L. – Скерда кровельная. Поселяется вдоль дорог и у жилья. Однолетник. Мезофит.

**Cyclachaena xanthifolia* (Nutt.) Fresen. – Циклахена дурнишниковидная. Встречается вблизи животноводческих ферм, по окраинам полей, на сорных местах как сорное и заносное растение. Однолетник. Мезофит. (IS 2).

Erigeron acris L. (*Erigeron acer* L.) – Мелколепестник острый (мелколепестник едкий). Встречается на суходольных лугах, в кустарниковых зарослях. Двулетник. Мезоксерофит.

**Galinsoga parviflora* Cav. – Галинсога мелкоцветковая. Огородный сорняк, расселяется на пустырях вблизи жилья, в парковых насаждениях, иногда на железнодорожных насыпях. Однолетник. Мезофит. (IS 1).

**Galinsoga ciliata* (Rafin.) Blake (*Galinsoga quadriradiata* Ruiz et Pav.) – Галинсога реснитчатая (галинсога четырёхлучевая). Поселяется на огородах, пустырях, вблизи жилья. Однолетник. Мезофит. (IS 3).

Gnaphalium uliginosum L. – Сушеница топяная. Встречается по илистым, песчаным или каменистым берегам рек. Однолетник. Гигромезофит.

Helianthus annuus L. – Подсолнечник однолетний. Культурное растение, дичает в окрестностях населённых пунктов. Однолетник. Мезофит.

**Helianthus tuberosus* L. – Подсолнечник клубневой, земляная груша, топинамбур. Культурное растение, иногда дичает. Травянистый многолетник. Мезофит. (IS 2).

Lactuca sativa L. – Латук посевной. Дичает и встречается на сорных местах и вблизи железнодорожных насыпей. Однолетник. Мезоксерофит.

Lactuca serriola L. – Латук компасный. Расселяется по обочинам дорог. Однолетник. Мезоксерофит.

Lepidotheca suaveolens (Pursh) Nutt. (*Matricaria matricarioides* (Less.) Porter) – Лепидотека душистая (ромашка ромашковидная). Расселяется по обочинам дорог, рудеральным местам. Однолетник. Мезофит.

Leucanthemum vulgare Lam. – Нивяник обыкновенный. Отмечается на разнотравных лугах, среди зарослей кустарников, по обочинам дорог. Двулетник. Мезофит.

**Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort. – Тонколучник однолетний. Встречается на суходольных лугах, среди зарослей кустарников, по обочинам дорог. Двулетник. Мезофит. Новый для ЕАО вид. (IS 4).

Pulicaria vulgaris Gaertn. – Bloшница обыкновенная. Растёт на сырых лугах, в канавах, по обочинам дорог. Однолетник. Мезоигрофит.

Senecio viscosus L. – Крестовник клейкий. Растёт по берегам рек, на железнодорожных насыпях, по обочинам дорог, у жилья. Однолетник. Мезофит.

Senecio vulgaris L. – Крестовник обыкновенный. Расселяется на железнодорожных насыпях, у жилья, на пустырях и сорных местах. Однолетник. Мезофит.

Sigesbeckia pubescens Makino – Сигезбекия пушистая. Поселяется у жилья, на пустырях. Однолетник. Мезофит.

**Solidago canadensis* L. – Золотарник канадский. Расселяется из культуры по мусорным местам у жилья, на лугах, лесных опушках, пустырях. Травянистый многолетник. Мезофит. Новый для ЕАО вид. (IS 1).

Sonchus arvensis L. – Осот полевой. Поселяется на берегах рек, пашнях, сорных местах, в огородах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Sonchus asper (L.) Hill – Осот шероховатый. Отмечается по обочинам дорог, на приречных песках и галечниках. Однолетник. Мезофит.

Tanacetum vulgare L. – Пижма обыкновенная. Встречается на каменистых россыпях. Травянистый многолетник. Мезофит.

Taraxacum collinum DC. – Одуванчик холмовой. Произрастает на засорённых лугах, выгонах, у дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Taraxacum commixtiforme Soest – Одуванчик смешанновидный. Отмечается у дорог, в населённых пунктах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Taraxacum dealbatum Hand.-Mazz. – Одуванчик белеющий. Расселяется у дорог, в населённых пунктах. Травянистый многолетник. Мезофит.

Taraxacum officinale Wigg. – Одуванчик лекарственный. Встречается на засорённых лугах и полянах, приречных песках и галечниках, в населённых пунктах.

Tragopogon orientalis L. – Козлобородник восточный. Поселяется на железнодорожных на-

сыпях, по обочинам дорог. Травянистый многолетник. Мезофит.

Tripleurospermum perforatum (Merat) M. Lainz (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Matricaria inodora* L.) – Трёхребросемянник продырявленный (трёхребросемянник непахучий, ромашка непахучая). Встречается на рудеральных местообитаниях. Однолетник. Мезофит.

Tripolium pannonicum (Jacq.) Dobroc. (*Tripolium vulgare* Nees) – Солончаковая астра паннонская (солончаковая астра обыкновенная). Встречается на заливных пойменных лугах, в прибрежных лесных полосах. Однолетник. Гигромезофит.

****Tussilago farfara* L. – Мать-и-мачеха обыкновенная. Встречается на рудеральных местообитаниях. Многолетник. Мезофит. Новый для ЕАО вид. (IS 4).**

****Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz (*Xanthium echinatum* Murr.) – Дурнишник эльбский (дурнишник беловатый). Отмечается по обочинам дорог и у жилья. Однолетник. Мезофит. (IS 2).**

Xanthium sibiricum Patr. ex Widd. – Дурнишник сибирский. Отмечается у дорог, на полях, пустырях, вблизи жилья. Однолетник. Мезофит.

****Xanthium strumarium* L. – Дурнишник зобовидный. Предпочитает рудеральные местообитания: пустыри вблизи жилья, у хозяйственных построек. Однолетник. Мезофит. (IS 2).**

Заключение

Таким образом, в настоящий период на территории Еврейской автономной области выявлено 203 адвентивных вида из 137 родов и 34 семейств, что составляет 14% природной флоры региона. Благодаря флористическим находкам список сосудистых растений ЕАО в целом увеличился на семь видов и составляет 1450 видов. В 2020 г. по результатам многолетних исследований коллективом авторов составлен чек-лист инвазионных видов, вторгающихся в естественные фитоценозы Дальневосточного федерального округа, охватывающего 40,6% площади России. Обобщены оригинальные сведения о распространении, местообитаниях и инвазионном статусе (IS) 116 чужеродных видов из 99 родов и 32 семейств. Из них 18 видов только начинают внедряться в естественные ценозы и имеют инвазионный статус 3; 76 видов активно внедряются в естественные ценозы и отнесены в группу со статусом 2. К видам-«трансформерам» с инвазионным статусом 1 относятся 22 вида [16]. В Еврейской автономной области данные виды представлены следующим образом: IS 1 имеют 9 видов; IS 2 – 12 видов; IS 3 – 7 видов;

IS 4 (потенциально инвазионные виды) – 3. Таким образом, инвазионный статус на территории ЕАО выявлен у 34 чужеродных (адвентивных) видов.

Данная статья является необходимым этапом создания «Черной книги» флоры сосудистых растений Дальнего Востока России и основой для принятия конкретных действий по предотвращению и минимизации экономического и экологического ущерба от инвазии чужеродных видов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Антонова Л.А. Современное состояние чужеродного компонента флоры Хабаровского края // Региональные проблемы. 2017. Т. 20, № 2. С. 2–15.
2. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
3. Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 674 с.
4. Майоров С.Р., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербаков А.В. Адвентивная флора Москвы и Московской области. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 412 с.
5. Моторыкина Т.Н. Синантропный комплекс видов лапчатки Приамурья и Приморья // Региональные проблемы. 2018. Т. 21, № 4. С. 18–27.
6. Нечаева Т.И. Редкие и новые растения для флоры Южного Амура // Новости систематики высших растений. Л., 1987. Вып. 24. С. 231–233.
7. Нечаева Т.И. Флористические находки в бассейне р. Амур // Ботанический журнал. 1991. Т. 76, № 10. С. 1450–1451.
8. Нечаева Т.И., Буренкова Л.П. О некоторых заносных растениях во флоре Среднего Амура // Новости систематики высших растений. Л., 1982. Вып. 19. С. 199–201.
9. Рубцова Т.А. Флора Еврейской автономной области. Хабаровск: Антар, 2017. 241 с.
10. Рубцова Т.А. Флора Малого Хингана. Владивосток: Дальнаука, 2002. 194 с.
11. Сосудистые растения советского Дальнего Востока / отв. ред. С.С. Харкевич. Л. (СПб.): Наука, 1985–1996. Т. 1–8.
12. Стародубцева Е.А., Морозова О.В., Григорьевская А.Я. Материалы к «Чёрной книге Воронежской области» // Российский журнал биологических инвазий. 2014. № 2. С. 133–149.
13. Флора российского Дальнего Востока: доп. и изм. к изд. «Сосудистые растения советского Дальнего Востока». Т. 1–8 (1985–1996) / отв.

- ред. А.Е. Кожевников и Н.С. Пробатова. Владивосток: Дальнаука, 2006. 456 с.
14. Цвелев Н.Н., Пробатова Н.С. Злаки России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. 646 с.
15. Richardson D.M., Pysek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // *Diversity and distribution*. 2000. Vol. 6. P. 93–107.
16. Vinogradova Y.K., Aistova E.V., Antonova L.A., Chernyagina O.A., Chubar E.A., Darman G.F., Devyatova E.A., Khoreva M.G., Kotenko O.V., Marchuk E.A., Nikolin E.G., Prokopenko S.V., Rubtsova T.A., Sheiko V.V., Kudryavtseva E.P., Krestov P.V. Invasive plants in flora of the Russian Far East: the checklist and comments // *Botanica Pacifica: a journal of plant science and conservation*. 2020. Vol. 9, № 1. P. 103–129.

ADVENTIVE COMPONENT OF THE FLORA IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION: MODERN LIST OF SPECIES; ADDITIONS

T.A. Rubtsova, L.A. Antonova

*The article provides up-to-date information on the flora adventive component in the Jewish Autonomous region, represented by 203 species from 137 genera and 34 families, which makes up 14% of the region's natural flora (1450 species). Seven species on the list are new to the region: *Hesperis matronalis*, *L. Impatiens parviflora* DC; *Hippophae rhamnoides* L.; *Xanthoxalis corniculata* (L.) Small; *Phalacrologa annuum* (L.) Dumort; *Solidago canadensis* L.; *Tussilago farfara* L. For 34 alien species of vascular plants of the Jewish Autonomous region, the invasive status (IS) is determined and indicated.*

Keywords: vascular plants, Jewish Autonomous Region, adventitious (alien) component of the flora, additions to the flora of the region.

УДК 599.323.4(4/5)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОРЕННЫХ ЗУБОВ ВОСТОЧНОАЗИАТСКОЙ МЫШИ *APODEMUS PENINSULAE* (RODENTIA, MURIDAE)

Д.В. Горников, И.В. Картавцева*, Г.В. Рослик, И.Н. Шереметьева
ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
проспект 100-летия Владивостока 159, г. Владивосток, 690022,
e-mail: dmitriy_96@mail.ru, *kartavtseva@biosoil.ru,
roslik_g@mail.ru, sheremet76@yandex.ru

Apodemus (Alsomys) peninsulae – восточноазиатская мышь, широкоареальный вид, который является носителем особо опасных инфекций, таких как клещевой энцефалит, боррелиоз и др. Морфометрическая дифференциация географических форм выражена слабо, а морфологическая не исследована. В настоящей работе при изучении 296 верхних и нижних коренных зубов 28 особей восточноазиатской мыши из популяции заповедника «Уссурийский» Приморского края впервые описано 28 изменчивых и 5 постоянных признаков, 5 из которых описаны впервые для подрода *Alsomys*. Наибольшая вариабельность выявлена у первого верхнего и первого нижнего моляров, наименьшая – у второго верхнего. Ранее изменчивость морфологии моляров в подроде *Alsomys* была известна только для видов *A. speciosus* и *A. argenteus*, эндемиков японских островов. Сравнение коренных зубов 3 видов позволило выявить как сходные, так и уникальные для *A. peninsulae* признаки. Настоящая работа положит начало морфологическому исследованию признаков *A. peninsulae*, отражающих состояние популяции в определенных экологических условиях, и даст возможность описать не только уникальные географические популяции, но и охарактеризовать палеонтологический материал.

Ключевые слова: *Alsomys*, заповедник «Уссурийский», морфология моляров, Дальний Восток России.

Введение

Лесные и полевые мыши рода *Apodemus* (s. lato) до недавнего времени содержали 4 подрода – *Sylvaemus* Ognev, 1924, *Kastromys* Martino, 1939, *Apodemus* Kaup, 1829 и *Alsomys* Dukelski, 1929, включающих около 20 слабо различающихся по морфологическим признакам видов [3, 12, 13, 26]. Значительная их генетическая дифференциация по аллозимным особенностям дала основание для ревизии рода *Apodemus* [5, 6] и выделения лесных мышей в отдельный род *Sylvaemus* Ognev, 1924 [10, 11]. Эта концепция в систематике мышей была поддержана и при ревизии кариологических особенностей мышей [4]. Однако всё ещё нет единого мнения по поводу деления *Apodemus* s. lato на два рода.

На территории Дальнего Востока России обитают три вида рода *Apodemus*: *A. (Apodemus) agrarius* Pallas, 1971, *A. (Alsomys) peninsulae* Thomas, 1906, *A. (Alsomys) speciosus* Temminck, 1894 (о-в Кунашир). Диагностика последних двух видов основана на морфологических, морфометрических характеристиках тела и черепа [2], а также особенностях морфологии жевательной

поверхности коренных зубов [20, 21]. Все три вида по внешним признакам хорошо различимы, однако для анализа ископаемого и музейного материала особей из различных географических территорий изменчивость дискретных признаков коренных зубов представляет огромный интерес. Такие признаки были описаны для двух видов – *A. speciosus* и *A. argenteus* Temminck, 1894 [21, 31], распространённых на островах Японии. Фенотипическая изменчивость жевательной поверхности трёх верхних и двух нижних коренных зубов современного и ископаемого материала *A. speciosus* и *A. argenteus* показала характер их изменчивости в период от среднего плейстоцена до голоцена. Для *A. peninsulae* (= *A. giliacus*), проникшего на остров Хоккайдо (Япония) с материка, такого исследования проведено не было, так как в ископаемом материале этот вид отсутствовал и не представлял интереса для палеонтологических работ. Тем не менее, для современного материала коренных зубов *A. peninsulae* (о. Хоккайдо) были выявлены признаки, дифференцирующие восточноазиатскую мышь от двух других видов Японии. Автор отмечает, что для определения точного так-

сономического положения многих палеонтологических остатков лесных и полевых мышей этого материала недостаточно, в связи с чем необходимо проводить аналогичные исследования ныне живущих видов рода *Apodemus* [21].

A. (Alsomys) peninsulae – широкоареальный вид, который является носителем опасных инфекций, таких как клещевой энцефалит, боррелиоз и др. Вид распространён в палеарктическом регионе Азии, включающем Восточную Сибирь, Забайкалье, российский Дальний Восток, Северную Монголию, Центральный и Восточный Китай, Японию (Хоккайдо) и Корейский полуостров. Морфологическая дифференциация географических форм выражена слабо и основана на размерных характеристиках тела материковых форм [2, 15–17, 22, 23] и окраске меха [3]. Следует отметить, что в работах, в которых приведены морфометрические характеристики *A. peninsulae*, ставилась цель провести межвидовое сравнение *A. peninsulae* / *A. Speciosus* [2, 22], *A. peninsulae* / *A. draco* / *A. latronum* [15, 16, 17], а не ревизию подвидов.

Анализ сначала четырёх [8], а затем восемнадцати [7] ферментов трёх подвидов на территории России – *A. p. peninsulae* Приморского края, *A. p. nigritalus* Алтая и *A. p. giliacus* (юга о-ва Сахалин) – не выявил внутривидовой дифференциации. Только сахалинская форма отличалась от материковой системой эстераз [9], в частности Es-6 [7]. Данные, основанные на анализе гена *cyt b* мт ДНК, показали, что три географических региона – Приморье, Сибирь (Южная Сибирь и Забайкалье) и Корейский полуостров – могут быть рефугиумами, которые сохранились в течение нескольких этапов четвертичного периода [29, 30]. Вариативность числа, морфологии и структуры ДНК, а также характер мозаицизма добавочных (или В-) хромосом свидетельствуют о сложной географической подразделённости вида и различных путях его расселения [4, 18, 19, 27, 28]. Данных об изменчивости морфологических признаков черепа и зубов для *A. peninsulae* нет, в то время как для двух видов подрода *Alsomys* (*A. speciosus* и *A. argenteus*) показана изменчивость жевательной поверхности коренных зубов, позволившая провести межпопуляционное сравнение современного и ископаемого материала различного возраста.

Поскольку для *A. peninsulae* переменные признаки верхних и нижних моляров ранее не были определены, задача настоящей работы была выявить и описать эти признаки на примере особей из популяции природного заповедника «Уссу-

рийский», расположенного на юге Приморского края, для дальнейшего исследования фенотипической изменчивости жевательной поверхности коренных зубов мышей из различных частей ареала.

Материал и методы

В результате учёта численности грызунов в ФГБУ «Государственный природный заповедник «Уссурийский» (N43°39,679' E132°29,923') в августе 2018 г. нами была зарегистрирована их высокая численность (61%). Отловлено 46 особей *A. peninsulae*, процент которых в отлове также был высоким (32%). Для 28 особей *A. peninsulae* (11 самцов, 12 самок, у 5 пол не определён) исследована морфология 296 моляров с нестёртой жевательной поверхностью, из них 147 верхних: M1 (n=55), M2 (n=55), M3 (n=37), 149 нижних: m1 (n=50), m2 (n=49), m3 (n=50) коренных зубов. Взрослые особи (9 самцов, 9 самок) с частично или полностью стёртой поверхностью, повреждённые зубы были исключены из анализа.

Выявление отличительных признаков зубов основано на морфологической изменчивости бугорков, появлении дополнительных структур и бугорков, а также характере слияния бугорков. Классификация структур (бугорков и дополнительных образований) жевательной поверхности зубов приведена на рис. 1.

На схеме зубов даны названия и номера бугорков (t), так как нет единого мнения об их классификации. Каждый зуб имеет буквенное обозначение, изменчивый признак – номер. Например, первый признак первого верхнего зуба имеет обозначение A1, второй – A2 и т.д. Зубы без обнаруженных признаков приняты как нулевое состояние (A0, B0, C0, D0, E0, F0). Для сравнения нами взяты значения по японским видам, приведённые для современных и ископаемых популяций голоценового периода, которые здесь объединены, так как они значительно не различались [21]. Анализ полученных признаков зубов проведён на основе данных, опубликованных ранее для *A. speciosus* и *A. argenteus* [20].

С целью межвидового сравнения изменчивости признаков для каждого вида – *A. peninsulae*, *A. speciosus* и *A. Argenteus* – приведено число признаков: общее и изменчивое, а также число признаков для японских видов, совпадающее с таковыми для *A. peninsulae*.

Фотографирование зубов проведено под стереомикроскопом «SteREODiscovery V12», Carl Zeiss с помощью цифровой камеры «Axio CamMRc», склеивание изображений выполнено в программе Combine ZM, измерения изображе-

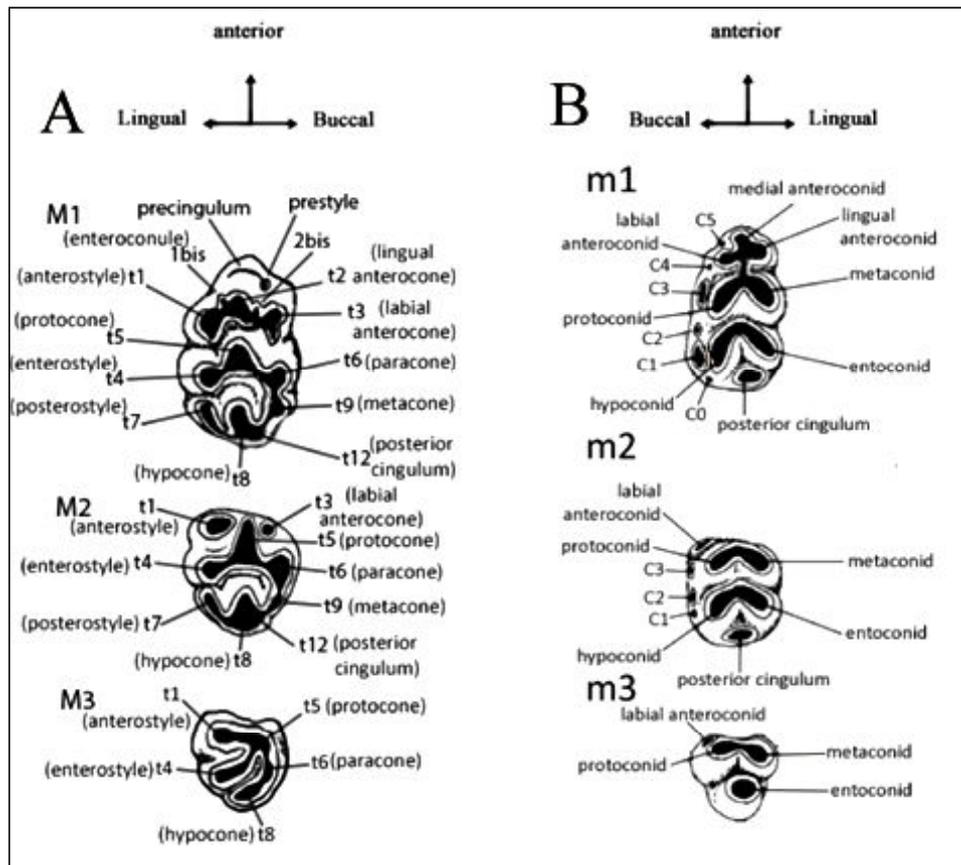


Рис. 1. Схема и терминология жевательной поверхности коренных зубов *Apodemus*

A – верхних (M1, M2, M3), B – нижних (m1, m2, m3) коренных зубов *Apodemus*. Термины верхних зубов даны по Миллеру [25] и Джейкобсу [14], нижних зубов – по Джейкобсу [14]

Fig. 1. Scheme and terminology of the *Apodemus* occlusal molars surface

A – (M1, M2, M3) upper molars, B – (m1, m2, m3) lower *Apodemus* molars. The terms for upper teeth are given by Miller [25] and Jacobs [14], the lower teeth terms – by Jacobs [14]

ний – в программе Axio Vision 4.8.2. в центре коллективного пользования ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН.

Результаты

Исследование поверхности 296 коренных зубов *A. peninsulae* позволило выделить 33 признака, из которых 28 были изменчивыми, 5 (A9, B3, B4, D5, E1) – стабильными (рис. 2, табл.). Для верхних моляров обнаружено 18 признаков – девять для M1 (A1–A9), четыре для M2 (B1–B4) и пять для M3 (C1–C5). Для нижних моляров выявлено 15 признаков – восемь для m1 (D1–D8), четыре для m2 (E1–E4) и три для m3 (F1–F3). Для некоторых признаков обнаружены два и более различных состояния, о чём более подробно указано ниже.

Первый верхний коренной зуб (M1) состоит из 3 пластин: передняя пластина включает бугорки (tubercle – t): t1, t2 и t3; средняя – t4, t5, t6;

задняя – t7, t8, t9 (рис. 1A). Кроме того, средняя и задняя пластины соединены бугорками t6 и t9 со щёчной стороны зуба. Преобразования бугорков на M1 и появление дополнительных бугорков позволило выделить 8 признаков (рис. 2A). Выросты на t3 (A1) и t1 (A6) и передней пластине присутствуют в большей части выборки – на 51 (92.73%) и 37 (67.27%) зубах соответственно. Соединение бугорков t1 и t2 (A8b) встречается в выборке у 87.27% зубов. Вырост bis 2 (A3) найден чуть более чем у трети исследованных зубов (36.6%). Появление Precingulum (A4), Prestyle (A5) и изолированного бугорка t1 (A8a) встречены менее чем у одной пятой выборки зубов M1 (18.18, 14.55 и 12.73% соответственно). Менее других представлены bis 1 (A2) – у 9.09% зубов. Крупный бугорок под t1 (A7 и A8a) встречен на двух зубах одной особи. Мы рассматриваем два состояния добавочного крупного бугорка A8. В первом случае этот

бугорок соединён с t1 со стороны t5 (A8a), во втором – изолирован (A8b), хотя имеется когтеобразный вырост по направлению к t5. У всех исследованных *A. peninsulae* бугорок t12 на M1 не развит (A9). Зубы без преобразований (A0) не встречены.

Второй верхний коренной зуб M2 состоит

из двух отдельных бугорков t1 и t3 и двух пластин. Передняя пластина состоит из бугорков t4, t5 и t6, задняя пластина – из t7, t8, t9. Обе пластины срастаются бугорками t6 и t9 (рис. 1А). На рис. 2В приведены выявленные нами признаки M2. На всех зубах M2 *A. peninsulae* бугорок t12 не раз-

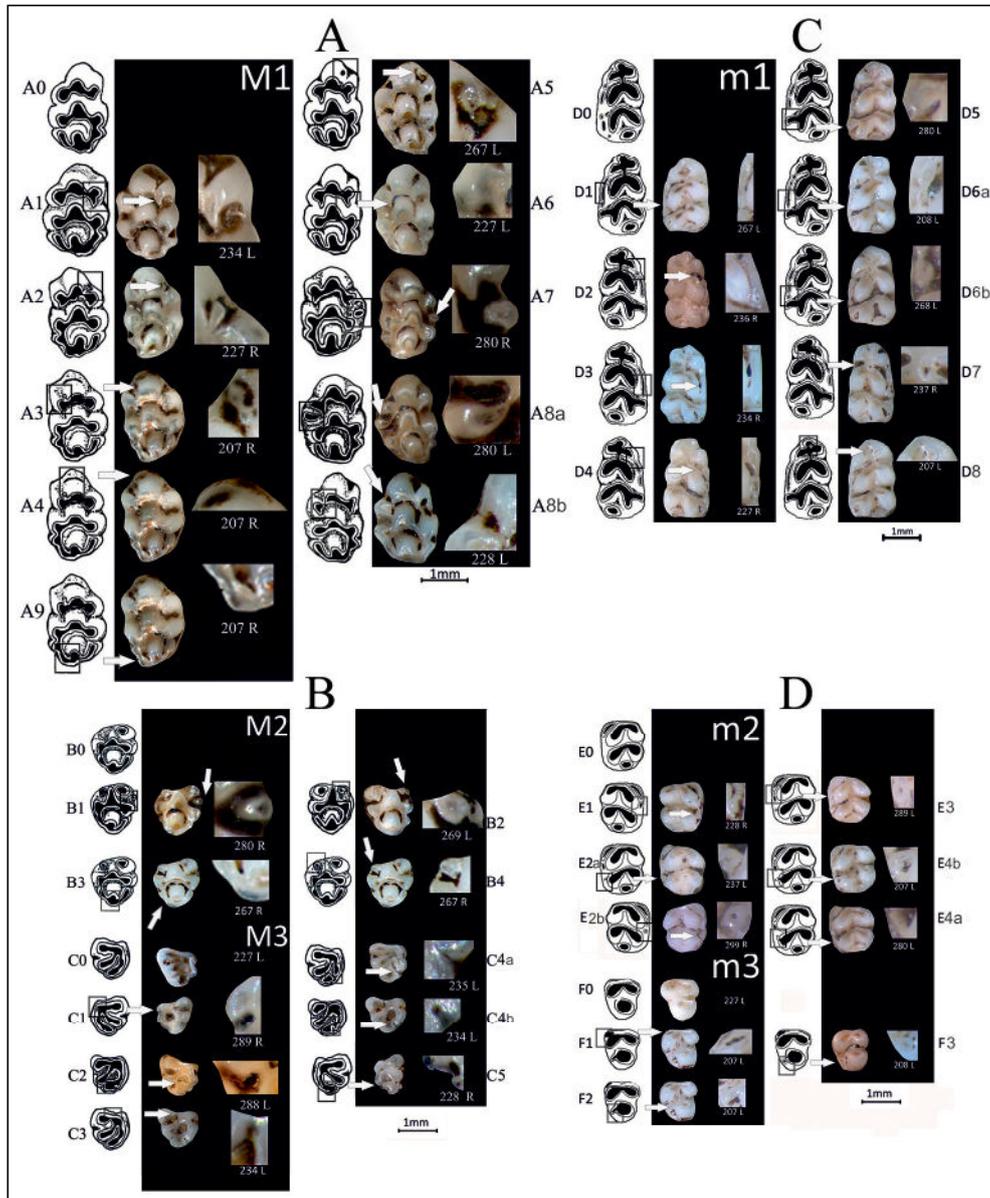


Рис. 2. Признаки жевательной поверхности коренных зубов *Apodemus peninsulae* Thomas, 1906 из заповедника «Уссурийский» Приморского края

Моляры верхние: M1 (А), M2 (В), M3 (В). Моляры нижние: m1 (С); m2 (D), m3 (D). Обозначения: квадрат – расположение признака; стрелка – признак на фото; врезка – увеличенное фото признака с указанием номера особи. L – левый, R – правый. Вар соответствует целым фотографиям зубов

Fig. 2. Characteristics of occlusal surface of the *Apodemus peninsulae* Thomas, 1906 molars from the Ussuryisky Nature Reserve in the Primorsky Territory

Upper molars: M1 (A), M2 (B), M3 (B). Lower molars: m1 (C); m2 (D), m3 (D). Designations: a square – location of the feature; an arrow – snapshot of the feature, an inset – enlarged image of the feature with the animal's number. L – left, R – right. A bar designates the full photo of teeth

Таблица
Сравнение числа признаков моляров
трёх видов подрода *Alsomys*

Table
Comparison of the molars' features number
for three subgenus of the *Alsomys* species

Зубы Molars	Число признаков Number of characters		
	<i>A. peninsulae</i>	<i>A. speciosus</i> *	<i>A. argenteus</i> *
M1	9 (8)	5 (5 / 2)	4 (3 / 3)
M2	4 (2)	2 (2 / 2)	2 (1 / 1)
M3	5 (5)	4 (2 / 2)	3 (1 / 3)
m1	8 (7)	5 (4 / 4)	1 (0 / 0)
m2	4 (3)	3 (3 / 3)	2 (2 / 2)
m3	3 (3)	нет данных	нет данных
M1–m3	33 (28)	19 (16 / 13)	12 (7 / 9)

Примечание: число признаков: всего (изменчивые / совпадающие с *A. peninsulae*), * – объединённые данные из Kawamura [21] по современности и голоцену

вит. Бугорок t3, напротив, обычно хорошо развит и преимущественно (у 98.18% зубов) не изменён (B2a). Однако нами обнаружен зуб (n=1), у которого t3 преобразован в два мелких бугорка, соединённых между собой двумя перемычками – сверху и снизу (B2b). Также редко (у 3.64%) отмечен крупный добавочный бугорок под t1 с язычной стороны (B1b), и размер его меньше t1. Чаще всего добавочный бугорок под t1 (B1a) отсутствует (96.36%). У всех *A. peninsulae* бугорок t12 на M2 не развит (B3), а бугорок t3 всегда развит хорошо (B4). Зубы без преобразований (B0) не встречены.

Третий верхний коренной зуб M3 состоит из трёх пластин. Все пластины срастаются под углом к щёчной стороне, ближе к M2. Зуб треугольной формы (рис. 1A).

Выявленные изменчивые признаки M3 приведены на рис. 2B. Наиболее часто (91.89%) встречается бугорок t1 в состоянии соединения с t5 (C3b). Бугорок t4 в состоянии изолированности от t8 (C2b), t6 в состоянии соединения с t8 (C4б), а также бугорок t5 (C1b), имеющий когтеобразный вырост на щёчной стороне, найдены у более половины выборки (62.16%, 59.46%, 56.76% соответственно). Некоторые признаки выявлены более чем у четверти выборки. Например, непреобразованное состояние бугорка t5 (C1a) – у 43.24%; состояние соединения бугорка t4 с t8 (C2a) – у

37.84%; состояние соединения бугорка t6 и t8 с помощью перемычки (C4с) – у 27.03% зубов. Состояние изолированности бугорка t6 от t8 (C4a), а также наличие когтеобразного выроста с нижней стороны бугорка t8 (C5) встречены у 13.51% выборки. Состояние соединения бугорка t1 перемычкой с t5 (C3a) выявлено редко (8.11%). Зуб без преобразований C0 отмечен у 16.22% выборки.

Первый нижний коренной зуб m1 состоит из трёх пластин и одного бугорка – posterior cingulum позади задней пластины. Передняя пластина состоит из lingual anteroconid, labial anteroconid, а также medial anteroconid, соединённого с вышеуказанными бугорками спереди по центру. В составе средней пластины protoconid и metaconid, прирастающие выростом к передней пластине. Задняя пластина состоит из huroconid и entoconid. Помимо этого, со щёчной стороны вдоль всего зуба могут присутствовать добавочные бугорки cingulum (C) и их число может варьировать от одного до шести (рис. 1B). Первый бугорок обозначен как C0, а шестой – C5.

На рис. 2C приведены изменчивые признаки зуба m1. Бугорок C1 (D5), соединённый с huroconid, встречен во всей выборке (n = 50). Изолированный бугорок C3 (D4) найден более чем у половины выборки (62%). Преобразованные в один ряд бугорки C2, C3, C4 (D3), а также изоляция бугорка C4 (D2) встречены чуть более чем в четверти выборки (28% и 26% соответственно). Частота встречаемости остальных признаков не превышает 12%. Так, у 12% зубов m1 бугорок C2 (D6b) имеет округлую форму. Дополнительная структура в виде отверстия передней пластины, соединённого с разными бугорками, найдена у 8% (D7) и 4% (D8) зубов. Также 4% зубов имеют бугорки C3 и C4, преобразованные в единый бугорок C3. Зуб без преобразований D0 не обнаружен.

Второй нижний коренной зуб m2 состоит из 2 пластин, одного бугорка posterior cingulum, расположенного ниже задней пластины, и бугорка labial anteroconid со щёчной стороны перед передней пластиной. Передняя пластина включает protoconid и metaconid. Задняя пластина состоит из huroconid и entoconid. Помимо этого, со щёчной стороны вдоль всего зуба могут присутствовать добавочные бугорки – cingulum числом до 3 (C1–C3) (рис. 1B).

Описание изменчивых признаков зуба m2 приведено на рис. 2D. Изолированный бугорок C2 (E1) встречен во всей выборке (n = 49). У более чем половины выборки (57.14%) отмечен признак изолированности небольшого бугорка C1 (E2a).

Как очень редкий вариант ($n = 1$) найден зуб, имеющий отверстие внутри бугорка C1 (E2b). У менее одной пятой выборки встречены оба состояния признаков E4. Имеющийся вырост со щёчной стороны направлен в одном случае (18.37%) к щечной стороне (E4b), в другом (14.29%) – к protoconid (E4a). Выявлено 5 (10.2%) зубов с изолированным бугорком C3 (E3). Зубы без преобразований E0 не найдены.

Третий нижний коренной зуб m3 состоит из одной пластины, включающей protoconid, metaconid и entoconid под ней. Кпереди от пластины может присутствовать labial anteroconid со щёчной стороны (рис. 1B).

Найдено 3 изменчивых признака m3 (рис. 2D). Выявлено 16% зубов, у которых entoconid имеет вырост со щёчной стороны (F2). Два других признака (F1 и F3) зуба встречаются редко (8 и 2% соответственно). Большую часть выборки (82%) составляют зубы без обнаруженных признаков F0 ($n = 41$).

Обсуждение

Исследование поверхности коренных зубов *A. peninsulae* позволило обнаружить 28 изменчивых признаков: восемь для M1; два – для M2; пять – для M3; семь – для m1; три – для m2; три – для m3. Наибольшее число (8) таких признаков было у первого верхнего и (7) первого нижнего зубов. Принято считать, что у грызунов (Muridae) наиболее изменчивыми являются верхние коренные зубы [1]. Возможно, что низкую изменчивость первого нижнего коренного зуба связывали с изменчивостью числа бугорков (C) щёчного ряда, которые редко используют при исследовании внутривидовой изменчивости. По данным морфотипической изменчивости коренных зубов [21] для двух японских видов был выявлен ряд признаков, что позволило нам впервые провести сравнение *A. peninsulae* с двумя видами – *A. speciosus* и *A. argenteus* (табл.). Наибольшее сходство *A. peninsulae* имеет с *A. speciosus*, наименьшее – с *A. Argenteus*, для которых выделено 16 и 7 изменчивых признаков соответственно (табл.). Собственные и литературные данные свидетельствуют, что каждый из видов имеет как изменчивые признаки, характерные только для него, так и общие для рода *Alsomys*. Несмотря на то, что ряд изменчивых признаков зубов трёх видов совпадает, процент их в каждом из видов, как правило, различен. Так, несмотря на то, что признаки первого верхнего коренного зуба *A. peninsulae* совпали с описанными ранее для M1 *A. speciosus* и *A. argenteus*, их встречаемость для каждого вида

значительно отличалась. Если у *A. peninsulae* t12 отсутствует, то отсутствие t12 у *A. speciosus*, напротив, редкий признак. Когтевидные выросты на t1 (A1) и t3 (A6) зуба M1 характерны для *A. peninsulae* и встречаются в 92.73% и 67.27% соответственно, а у *A. speciosus* каждый признак (A1 и A6) встречен у трети исследованных зубов – 34.66% и 32.67% соответственно. Встречаемость precingulum (A4) и prestyle (A5) у *A. peninsulae* значительно выше, чем у японских видов.

Если два изменчивых признака M2 *A. peninsulae* связаны с появлением дополнительных бугорков, то варибельность признаков у *A. speciosus* связана с различными состояниями t3 – отсутствием, наличием пластины и размерами (мелкий или крупный). У *A. peninsulae* размер t3 исследованных зубов всегда крупный и изменчивости по размеру мы не обнаружили.

Изменчивость m1 связана с варибельностью ряда бугорков, расположенных со щёчной стороны, а также с появлением отверстий, окаймлённых эмалью, на передней пластине (D8) или месте соединения передней и средней пластин (D7). Изменчивость, связанная с дополнительными бугорками, расположенными со щёчной стороны, характерна для видов рода *Apodemus* s. str., что и было обнаружено у *A. peninsulae*. Так, для вышеупомянутого вида найдено 5 изменчивых признаков, связанных с размерами бугорков, а также их слиянием. Кроме того, выявлено, что бугорок C1 (D5) прирастает к задней пластине у всех исследованных зубов. У других видов под рода *Alsomys*, напротив, бугорок C1 описан лишь в изолированном состоянии. Несмотря на то, что в данной выборке варибельность этого признака не обнаружена, она может быть найдена в дальнейшем при расширении ареала исследований. В том случае, если этот признак будет обнаружен у всех особей *A. peninsulae*, в дальнейшем он может служить видовым признаком для m1, поскольку у *A. speciosus* и *A. argenteus* бугорок C1 изолирован [21]. Появление отверстий на передней пластине (D8) и месте соединения пластин (D7) обнаружено нами впервые для *Apodemus*. Возникновение такой структуры показано для ископаемого *Rhagapodemus primaevus* [24], что может свидетельствовать об архаичности этого признака.

Изменчивость m3 *A. peninsulae* связана с появлением выростов и добавочного бугорка C1 со щёчной стороны близ entoconid, а также наличием / отсутствием labial anteroconid.

Интересно, что частота изменчивых признаков может быть различной как в современных

популяциях, так и ископаемом материале (плейстоцен). Например, если у *A. speciosus* появление бугорка t12 на M2 постепенно увеличивается от современной популяции (42.4%) к популяции среднего плейстоцена (71.80%), то разрыв нижней пластины в M3 (C4a) как редкий признак встречен от среднего плейстоцена до современности. Для *A. peninsulae* этот признак редок, и мы предполагаем, что он будет редок и в других популяциях. Исследование небольшого числа особей одной популяции не даёт с большой долей уверенности судить о том, какой из изменчивых признаков будет характеризовать локальную популяцию или совокупность популяций различных географических регионов. Для этого необходимо увеличение как выборки, так и анализируемых популяций.

Заключение

В настоящей работе при исследовании 296 верхних и нижних коренных зубов 28 особей восточноазиатской мыши из популяции заповедника «Уссурийский» Приморского края впервые описано 28 изменчивых и 5 постоянных признаков, 5 из которых описаны впервые для подрода *Alsomys*. Наибольшая вариабельность выявлена у первого верхнего и первого нижнего моляров, наименьшая – у второго верхнего. Ранее изменчивость морфологии моляров в подрode *Alsomys* была известна только для видов *A. speciosus* и *A. argenteus*, эндемиков японских островов. Сравнение коренных зубов трёх видов позволило выявить как сходные, так и уникальные для *A. peninsulae* признаки. Настоящая работа может положить начало морфологическому исследованию изменчивых признаков *A. peninsulae*, отражающих состояние популяции в определённых экологических условиях. Анализ вариабельных признаков моляров с применением статистических программ, в комплексе с классическими морфологическими и генетическими методами, даст возможность описать не только уникальные географические популяции, но и охарактеризовать палеонтологический материал.

Авторы выражают благодарность администрации и сотрудникам ФГБУ «Государственный природный заповедник «Уссурийский», а также заместителю директора заповедника Литвинову Михаилу Нарциссовичу за помощь в организации и проведении экспедиционного исследования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аргиропуло А.И. Фауна СССР. Млекопитающие. М. Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 172 с.
2. Воронцов Н.Н., Бекасова Т.С., Крал Б., Коробицына К.В., Иваницкая Е.Ю. О видовой

принадлежности азиатских лесных мышей рода *Apodemus* Сибири и Дальнего Востока // Зоологический журнал. 1977. Т. 56, вып. 3. С. 437–449.

3. Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны: вып. 167. СПб., 1995. 522 с.
4. Картавцева И.В. Кариосистематика лесных и полевых мышей (Rodentia, Muridae). Владивосток: Дальнаука, 2002. 142 с.
5. Межжерин С.В., Зыков А.Е. Генетическая дивергенция и аллозимная изменчивость мышей рода *Apodemus* s. lato (Muridae, Rodentia) // Цитология и генетика. 1991. Т. 25, вып. 4. С. 51–59.
6. Межжерин С.В. Систематическая ревизия мышей рода *Apodemus* Kaup, 1829 (Rodentia, Muridae) // Вестник зоологии. 1997. № 4. С. 29–41.
7. Межжерин С.В. Генетическая и таксономическая однородность восточноазиатской мыши *Alsomys major* (Rodentia, Muridae) // Вестник зоологии. 2001. Т. 35, № 2. С. 43–48.
8. Павленко М.В. Внутривидовая дифференциация и геногеография трансферринов восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* // Современные подходы к изучению изменчивости: сборник научных трудов. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 61–73.
9. Павленко М.В., Картавцева И.В. Таксономическое положение *Apodemus* (Rodentia, Muridae) Сахалина: результаты аллозимного, хромосомного и морфологического анализа // Биологическое разнообразие животных Сибири: материалы науч. конф., посвященной 110-летию начала регулярных зоологических исследований и зоологического образования в Сибири. Томск: ООО «Дельтаплан», 1998. С. 82–83.
10. Павлинов И.Я., Яхонтов Е.Л., Агаджанян А.К. Млекопитающие Евразии. I. Rodentia: систематико-географический справочник. М.: МГУ, 1995. 240 с.
11. Павлинов И.Я., Хляп Л.А. Отряд Rodentia // Млекопитающие России: систематико-географический справочник // Сборник трудов Зоологического музея МГУ. 2012. Т. 52. С. 42–312.
12. Corbet G.B. The mammals of the Palearctic Region: a taxonomic review. London and Ithaca (N.Y.): British Museum (Natural History) and Cornell University Press, 1978. 314 p.
13. Corbet G.B., Hill J. A world list of mammalian species. London: British Museum of Natural History, 1980. 254 p.

14. Jacobs L.L. Fossil rodents (Rhizomyidae and Muridae) from Neogene Siwalik Deposits, Pakistan. Flagstaff : Museum of Northern Arizona Press Bulletin Series. 1978. Vol. 52. P. 1–103.
15. Kaneko Y. Identification of *Apodemus peninsulæ*, *A. draco* and *A. latronum* in China, Korea, and Myanmar by cranial measurements. DOI 10.3106/041.035.0103 // Mammal Study. 2010. Vol. 35, N 1. P. 31–55.
16. Kaneko Y. Taxonomic status of *Apodemus semotus* in Taiwan by morphometrical comparisons with *A. draco*, *A. peninsulæ* and *A. latronum* in China, Korea and Myanmar. DOI 10.3106/041.036.0102 // Mammal Study. 2011. Vol. 36, N 1. P. 11–22.
17. Kaneko Y. Horizontal and Elevational Distributions of *Apodemus peninsulæ*, *A. draco* and *A. latronum*. DOI 10.3106/041.037.0303 // Mammal Study. 2012. Vol. 37, N 3. P. 183–204.
18. Kartavtseva I.V., Roslik G.V., Pavlenko M.V., Amachaeva E.Y., Sawaguchi S., Obara Y. The B-chromosome system of the Korean field mouse *Apodemus peninsulæ* in the Russian Far East // Chromosome Sci. 2000. Vol. 4. P. 21–29.
19. Kartavtseva I.V., Roslik G.V. A complex B chromosome system in the Korean field mouse, *Apodemus peninsulæ* // Cytogenetic and Genome Research. 2004. Vol. 106. P. 271–278.
20. Kawamura Y. *Quaternary rodent faunas in the Japanese islands*. Part 1. Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University. Series of Geology and Mineralogy. Faculty of Science, Kyoto University, 1988. Vol. 53, N 1-2. P. 31–348.
21. Kawamura Y. *Quaternary rodent faunas in the Japanese islands*. Part 2. Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University. Series of Geology and Mineralogy. Faculty of Science, Kyoto University, 1989. Vol. 5, N 1–2. P. 1–235.
22. Kobayashi T., Hayata I. Revision of the genus *Apodemus* in Hokkaido // Annotationes Zoologicae Japonenses. 1971. Vol. 44. P. 236–240.
23. Koh H.S., Lee W.J. Geographic variation of morphometric characters in five subspecies of Korean field mice, *Apodemus peninsulæ* Thomas (Rodentia, Mammalia) in Eastern Asia // Korean Journal of Zoology. 1994. Vol. 37. P. 33–39.
24. Martín-Suárez E.M., Mein R. Revision of the genera *Parapodemus*, *Apodemus*, *Rhagarnys* and *Rhagapodemus* (Rodentia, Mammalia) // Geobios. 1998. Vol. 31, N 1. P. 87–97.
25. Miller G.S. Catalogue of the Mammals of Western Europe. London: British Museum of Natural History, 1912. 1019 p.
26. Musser G.G. Carleton M. Superfamily Mur-oidea // Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference / D.E. Wilson and D.M. Reeder (eds.). Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005. P. 894–1531.
27. Roslik G.V., Kartavtseva I.V. Polymorphism and mosaicism of B chromosome number in Korean field mouse *Apodemus peninsulæ* (Rodentia) in the Russian Far East. DOI 10.1134/S1990519X10010086 // Cell and Tissue Biology. 2010. Vol. 4, N 1. P. 77–89.
28. Rubtsov N.B., Kartavtseva I.V., Roslik G.V., Karamysheva T.V., Pavlenko M.V., Iwasa M.A., Koh H.S. Features of the B chromosome in Korean field mouse *Apodemus peninsulæ* (Thomas, 1906) from Transbaikalia and the Far East identified by the FISH method. DOI 10.1134/S1022795415030114 // Russian Journal of Genetics. 2015. Vol. 51, N 3. P. 278–288.
29. Sakka H., Quere J.P., Kartavtseva I.V., Pavlenko M.V., Chelomina G.N., Atopkin D.M., Bogdanov A.S., Michaux J. Comparative phylogeography of four *Apodemus* species (Mammalia: Rodentia) in the Asian Far East: evidence of Quaternary climatic changes in their genetic structure. DOI 10.1111/j.1095–8312.2010.01477.x // Biological Journal of the Linnean Society. 2010. Vol. 100. P. 797–821.
30. Serizawa K., Suzuki H., Iwasa M.A., Tsuchiya K., Pavlenko M.V., Kartavtseva I.V., Chelomina G.N., Dokuchaev N.E., Han S.H. A spatial aspect on mitochondrial DNA genealogy in *Apodemus peninsulæ* from East Asia // Biochemical Genetics. 2002. Vol. 40, N 5/6. P. 149–161.
31. Tokuda M. A revised monograph of the Japanese and Manchou–Korean Muridae // Biogeographica (Transaction of the Biogeographical Society of Japan). 1941. Vol. 4. P. 1–155.

VARIABILITY OF MOLARS IN THE KOREAN FIELD MOUSE – *APODEMUS PENINSULAE* (RODENTIA, MURIDAE)

D.V. Gornykov, I.V. Kartavtseva, G.V. Roslik, I.N. Sheremetyeva

The Korean field mouse (Apodemus (Alsomys) peninsulae) is a widely distributed species – a carrier of especially dangerous infections, such as tick-borne encephalitis virus, borreliosis, etc. The morphometric differentiation of geographical forms is weakly expressed, and the morphological one has not been studied yet. In the present study, it was investigated 296 upper and lower molars from 28 specimens of the Korean field mouse population from the Ussuriysky Nature Reserve of the Primorsky Territory. It was for the first time that the authors described 28 variable and 5 permanent features, five of them being for the first time revealed in the Alsomys subgenus. The greatest variability was found in the first upper and first lower molars, and the least – in the second upper molar. Previously, in the subgenus of Alsomys, variability in the molars morphology was known only for the A. speciosus and A. argenteus species, endemic to the Japanese islands. The three species molars comparison revealed both similar and unique features characteristic of the A. peninsulae. This work will give a start to morphological study of the A. peninsulae characteristics dependent on certain environmental conditions, and the opportunity to not only describe the unique geographical populations, but also characterize the paleontological material.

Keywords: *Alsomys, the Ussuriysky Native Reserve, morphology of molars, the Far East of Russia.*

ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 550.46(282.257.21)

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ МУТНОВСКОГО И ПАРАТУНСКОГО ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РАЙОНОВ И КАЛЬДЕРЫ УЗОН, КАМЧАТКА

В.А. Потурай

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679000,
e-mail: poturay85@yandex.ru

Исследованы состав и молекулярно-массовое распределение кислородсодержащих органических соединений средней летучести в стерильной пароводяной смеси из скважин и высокотемпературных источников Мутновской, Паратунской и Узонской гидротермальных систем. Методом газовой хроматомасс-спектрометрии установлено 41 кислородсодержащее соединение, которое относится к 7 гомологическим рядам. Их относительное содержание в составе органического вещества средней летучести около 25%. Широкого распространения достигают спирты, эфиры, карбоновые кислоты, альдегиды и кетоны биогенного происхождения. Особенности молекулярно-массового распределения карбоновых кислот и спиртов (преобладание гомологов с четным числом атомов углерода в молекуле) также указывают на биогенный генезис. Соединения – индикаторы техногенного загрязнения найдены были только в кипящем водяном котле Дачного термального поля Мутновского района.

Ключевые слова: гидротермальная система, термальная вода, органическое вещество, генезис, карбоновые кислоты.

Актуальность

Полуостров Камчатка является активным вулканическим регионом, который обладает мощными термоминеральными ресурсами. Формирование высокотемпературных гидротермальных систем здесь происходит в условиях резкого термодифференциального режима благодаря близкому положению магматического очага к поверхности. Одни из наиболее высокотемпературных гидротермальных систем в пределах полуострова Камчатка – Мутновская, Паратунская и Узон-гейзерная. Близповерхностные области этих гидротермальных систем вследствие относительно невысокой температуры (<100–110 °С) населены сообществами термофильных микроорганизмов [2, 4]. Их более глубокие области, очевидно, являются безжизненными в результате действия высоких температур (выше 110–120 °С) и давления [13].

В гидротермальных системах полуострова Камчатка проводились исследования высоколетучих органических соединений, аминокислот, углеводородных нефтепроявлений [3, 5, 11, 12]. Нами осуществлялись исследования органиче-

ского вещества средней летучести в термальных водах Камчатки [10, 14, 16–18]. Однако состав и молекулярно-массовое распределение кислородсодержащих соединений и их сравнение в лишенной жизни пароводяной смеси и в высокотемпературных источниках, населенных сообществами термофильных микроорганизмов Мутновской, Паратунской и Узонской гидротермальных систем, подробно не рассматривались. Вместе с тем это многочисленная группа, объединяющая несколько классов органических соединений, которые являются биохимически важными и участвуют во многих процессах, происходящих в системе «вода – порода – газ – органическое вещество».

Объекты и методы

Мутновский геотермальный район. Мутновский геотермальный район располагается в 70 км к юго-западу от г. Петропавловска-Камчатского (рис.). Термальные поля района пространственно и структурно связаны с Северо-Мутновской вулканотектонической зоной субмеридионального простираения, представляющей собой узкую (3–10 км) депрессию, раздробленную

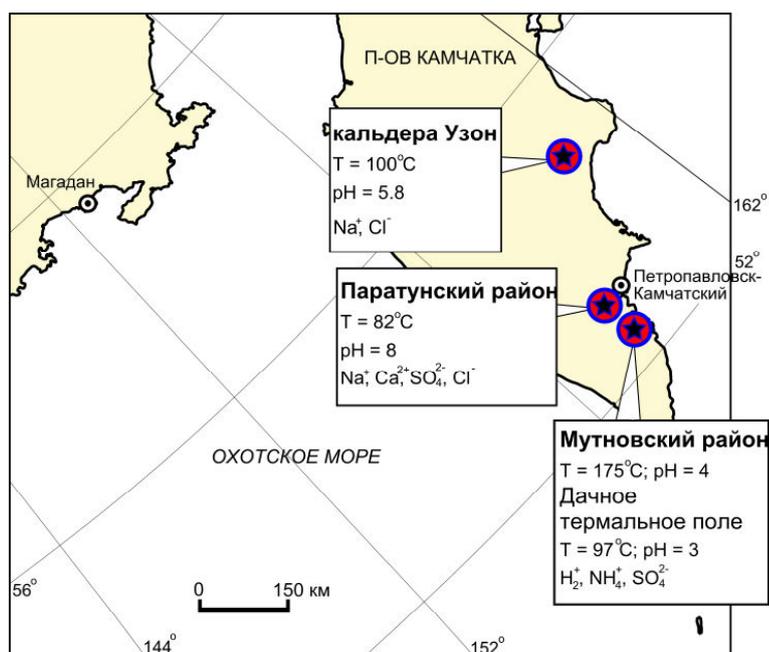


Рис. Обзорная карта с местом расположения исследуемых гидротермальных систем п-ова Камчатка и указанием их температуры, pH и основных ионов

Fig. Overview map of the studied hydrothermal systems location in the Kamchatka Peninsula with indication of their temperature, pH and basic ions

густой сетью тектонических нарушений [10]. Район приурочен к верхнемиоцен-плиоценовому-четвертичному Восточному вулканическому поясу Камчатской гидрогеологической складчатой области. Вулканогенный бассейн стратовулкана Мутновского представляет собой гидрогеологическую структуру, сложенную среднеплейстоцен-голоценовыми вулканогенными водоносными горизонтами и комплексами, фундаментом которой служат водоносные комплексы вулканогенно-осадочных отложений палеоген-неогенового возраста [9]. В пределах Мутновского геотермального района находятся три мощных термальных поля – Донное фумарольное, Дачное и Северо-Мутновское.

Паратунский геотермальный район. Паратунский геотермальный район располагается в 25 км западнее г. Петропавловска-Камчатского, севернее п. Паратунка (рис.). Он приурочен к продуктивному трещинно-блоковому вулканогенному резервуару в грабене р. Паратунки мощностью 1200 м. Фундамент включает 4 основные зоны поступления глубинного теплоносителя на Нижнем, Среднем, Северном и Микижинском участках. Вероятная область питания месторождения – постройка Вилючинского вулкана, покрытая многолетними снежниками и ледниками. Водоносными толщами являются породы олигоцен-нижнемиоценового возраста [8, 9].

Кальдера Узон. Кальдера Узон занимает западную часть крупной Узон-Гейзерной вулкано-тектонической структуры – депрессии, представляющей собой сильно раздробленный блок сложного долгоживущего вулканического

массива, обрушенного по кольцевому разлому. В фундаменте этой структуры залегает толща вулканогенно-осадочных пород плиоцена. Кислые экструзивные купола фактически разделили депрессию на две части – восточную впадину, в которой проявилась гидротермальная система Долины гейзеров, и западную, собственно кальдеру Узон [6, 7, 10].

Исследование термальных вод и пароводяной смеси полуострова Камчатка проводилось в летний период 2005, 2007 и 2009 гг. Для отбора проб термальной воды на органическое вещество использовалась посуда из темного стекла с притертой крышкой емкостью 0,5 дм³, предварительно промытая хромовой смесью и дистиллированной водой. При анализе пароводяной смеси, поступающей из глубоких скважин, отбирался конденсат этой смеси. Всего отобрано 10 проб в пределах Мутновского геотермального района, 3 пробы в кальдере вулкана Узон и 1 проба в Паратунском районе. Концентрат органических соединений получали методом твердофазной экстракции. Качественный анализ органических соединений проводили на газовом хромато-масс-спектрометре Shimadzu GCMS-QP2010S. Были получены хроматограммы общего ионного тока (ОИТ). Для каждого соединения было рассчитано относительное содержание в процентах. Пристальное внимание уделялось составу кислородсодержащих соединений, сумма которых приведена к 100%. Твердофазная экстракция и хромато-масс-спектрометрический анализ проводились в лаборатории Хабаровского краевого центра экологического

мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций – КЦЭМП (аналитик – В.Л. Рапопорт).

Результаты исследования и их обсуждение

Кислородсодержащие органические соединения присутствуют практически во всех исследуемых термальных водах и пароводяной смеси, причем их доля в составе органического вещества средней летучести составляет значительную часть, до 80% (в среднем около 25%). Всего установлено 41 кислородсодержащее соединение (табл. 1).

Ранее в исследуемых термальных водах п-ова Камчатка нами было установлено 126 органических соединений средней летучести, которые относятся к 17 гомологическим рядам [10, 13, 18]. Данные анализов 2005, 2007 годов получены В.Н. Компаниченко [16, 17]. Наибольшего распространения в них достигают предельные и ароматические углеводороды, до 85%. При этом в стерильной пароводяной смеси скважины 4Е (температура 175 °С) установлены почти исключительно про-

Таблица 1
Кислородсодержащие органические соединения в исследуемых гидротермальных системах
Table 1
Oxygen-containing organic compounds in the studied hydrothermal systems

№ п/п	Наименование компонента	Место отбора*	№ п/п	Наименование компонента	Место отбора*
Карбоновые кислоты		м, у	23	этилкаприлат	у
1	гексадекановая кислота	м у	24	этилдеканат	у
2	декановая кислота	м, у	25	3-гидрокси-2,4,4-триметил-пентил изобутират	у
3	додекановая кислота	м, у	Альдегиды и кетоны		м, у, п
4	9-тетрадеценная кислота	м	26	циклопентанон	м, у, п
5	тетрадекановая кислота	м, у	27	нонаналь	м, у
6	9-пентадеценная кислота	м	28	геранилацетон	м, у
7	пентадекановая кислота	м	29	7,9-ди-третбутил-1-оксапи-ро(4,5)дека-6,9-диен-2,8-ди-он	м
8	9-гексадеценная кислота	м, у	30	гексаналь	м, у
9	ненасыщенная кислота	м	31	октаналь	у
10	насыщенная кислота	м	32	деканаль	у
11	цис-9-октадеценная кислота	м	Спирты		м, у, п
12	октадекановая кислота	м	33	2-этилгексанол	м, у, п
13	октановая кислота	у	34	гексадеканол	м
14	нонановая кислота	у	35	фарнезол	м
Эфиры		м, у, п	36	циклопентандиол	м, у, п
15	Изопропил тетрадеканат	м, у	37	ментол	у
16	2,2,4-триметил-1,3-пентанди-ол диизобутират	м, у	Стероиды		м
17	метильный эфир 3-оксо-2-пентил-циклопентануксусной кислоты	м,			
18	винилпальмитат	м,			
19	эфиры глицерола	м	38	Стероид	м
20	эфир 9-гексадеценной кислоты	м,	39	Стероид	м
21	бутилацетат	у, п	40	стероид	м
			Лактамы		м
22	этилгексанат	у	41	2-Пирролидон	м

Примечание: * гидротермальные системы: м – Мутновская; п – Паратунская; у – Узонская

стые углеводороды, на долю остальных компонентов приходится 10%. Это служит косвенным доказательством того, что органическое вещество здесь образовалось в результате термогенного синтеза, так как при такой температуре невозможно существование жизни. Кроме этого, особенности молекулярно-массового распределения алканов в термальных водах Мутновского и Паратунского районов (резкое преобладание гомологов состава C_{10} – C_{14} при отсутствии дискриминации по четности/нечетности атомов углерода в молекуле) и отсутствие явно биогенных компонентов, таких как терпены, стероиды и карбоновые кислоты, также указывает на термогенный синтез [14, 19].

К кислородсодержащим органическим соединениям относятся спирты, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты и эфиры. Также сюда могут быть отнесены некоторые амиды и стероиды. Это обширная группа органических соединений широко распространена в биосфере, присутствует в природных водах и имеет, вероятно, биогенное происхождение. Самые «многочисленные» гомологические ряды в исследуемых водах – это карбоновые кислоты (14 соединений), эфиры (11 соединений) и спирты (5). На остальные гомологические ряды приходится 11 соединений (альдегиды, кетоны, стероиды и 1 лактам).

Характерным классом кислородсодержащих соединений в термальных водах Камчатки являются спирты, достигающие в среднем 20%. Спирты – производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на соответствующее число гидроксильных групп ($-OH$) [1]. Они представляют собой обширный и разнообразный класс соединений, которые весьма распространены в природе, живых организмах. В исследуемых водах установлены спирты с числом атомов углерода в молекуле C_5 , C_8 , C_{10} , C_{15} , C_{16} . Наблюдается резкое преобладание четных гомологов (отношение нечетных к четным 0,2), что указывает, вероятно, на их биогенное происхождение в термальных водах исследуемых районов.

Кроме спиртов широко распространены эфиры, в среднем около 18%. Эфиры можно рассматривать как производные карбоновых кислот, в которых атом водорода карбоксильной группы замещен на углеводородный радикал, или как продукт замещения гидроксильного водорода в спиртах на кислотный радикал органической кислоты (ацил). Смесь эфиров глицерина и карбоновых кислот образует природные жиры и воски, которые играют исключительно важную биологическую роль в жизни животного и растительного

миров. В исследуемых нами водах установлено 11 эфиров.

К кислородсодержащим компонентам, установленным в термальных водах, относятся также альдегиды и кетоны, занимающие в среднем 12%, и карбоновые кислоты (в среднем 10%). Альдегиды и кетоны – производные углеводородов, в молекулах которых содержится 1 или более карбонильных групп $=C=O$. В исследуемых водах установлено 4 альдегида состава C_6 , C_8 , C_9 , C_{10} и три кетона.

Карбоновые кислоты – производные углеводородов, которые содержат в молекуле одну или несколько карбоксильных групп – $COOH$. Они синтезируются живыми организмами, причем при биогенном происхождении преобладают четные карбоновые кислоты, то есть содержащие четное число атомов углерода в молекуле. Наиболее широко распространены в природе миристиновая (тетрадекановая) и пальмитиновая (гексадекановая) кислоты [15, 20]. Молекулярно-массовое распределение карбоновых кислот указывает на явно биогенное происхождение в исследуемых водах (отношение нечетных кислот к четным в среднем 0,3). Всего установлено 14 карбоновых кислот.

К остальным гомологическим рядам кислородсодержащих соединений, установленных в термальных водах, относятся стероиды, явно биогенные компоненты, продукт животного происхождения, найденные только в одном месте – кипящий водяной котел Дачного термального поля, и лактамы или амиды, представленные только одним компонентом – 2-пирролидоном – соединением, содержащим наряду с углеродом, водородом и кислородом еще и азот.

Мутновский геотермальный район. В пределах Мутновского геотермального района были опробованы две глубокие скважины – скважина № 4Е Дачного термального поля, с температурой 175 °С, рН 4 и глубиной 1600 м, и скважина № 3 Северо-Мутновского термального поля с температурой 97 °С, рН 9 и глубиной 1800 м. Они дают на выходе пароводяную смесь. Интерес к изучению органического вещества в конденсатах пароводяной смеси заключается в том, что при очень высокой температуре (заметно превышающей 100 °С) они являются стерильными. Соответственно, обнаруженные в них органические соединения не могут являться прямыми продуктами деструкции микроорганизмов, что предполагает их генезис за счет хемосинтеза, включая ре-синтез первично биогенного материала, извлеченного из вмещающих пород [10, 13].

Таблица 2

Кислородсодержащие органические соединения
Донного поля (Мутновский район) и их содержание, %
Table 2
Oxygen-containing organic compounds of the Donny
Field (Mutnovsky District) and their content, %

Наименование компонента	Место отбора*				
	1	2	3	4	5
Карбоновые кислоты	–	–	14,3	–	–
Эфиры	–	–	11,6	–	91,9
Альдегиды и кетоны	–	–	28	–	–
Спирты	–	–	46,1	–	8,1
Лактамы	100	–	–	100	–
Итого	100 (1)	–	100 (28)	100 (7)	100 (80)

Примечание: * 1 – кипящий водяной котел 1, 2005 г. [16, 17]; 2 – кипящий водяной котел 2, 2005 г. [16, 17]; 3 – кипящий водяной котел 2, 2009 г.; 4 – кипящий грязевой котел, 2005 г. [16, 17]; 5 – кипящий грязевой котел, 2009 г. «–» – компонент не установлен; в скобках приводится доля кислородсодержащих соединений в составе органического вещества

Таблица 3

Кислородсодержащие органические соединения в
Дачном и Северо-Мутновском термальных полях
(Мутновский район) и их содержание, %
Table 3
Oxygen-containing organic compounds in the Dachny and
Sever-Mutnovsky thermal fields (Mutnovsky area), and
their content, %

Наименование компонента	Дачное			Северо-Мутновское	
	№ 4Е	котел 1	котел 2	№3, 2005	№3, 2009
Карбоновые кислоты	–	–	65	–	14,8
Эфиры	–	59,5	21,1	–	–
Альдегиды и кетоны	31,1	20,4	0,9	–	22,1
Спирты	68,9	20,1	–	–	63,1
Стероиды	–	–	13	–	–
Лактамы	–	–	–	100	–
Итого	100 (10)	100 (26)	100 (67)	100 (4)	100 (27)

Примечание. «–» – компонент не установлен; в скобках – доля соединения в составе органического вещества

Кроме двух глубоких скважин были опробованы кипящие водяные и грязевые котлы – два в Дачном и три в Донном термальных полях. Во всех источниках наблюдается заметный выход газовых пузырьков. Их температура превышает 90 °С, являясь близкой к точке кипения для соответствующего гипсометрического уровня. Учитывая сравнительно невысокую температуру и микробиологические исследования, которые проводились в гидротермах Камчатки [2, 4], можно предполагать в них наличие различных групп гипертермофильных микроорганизмов.

Кислородсодержащие соединения в термах Мутновского района достигают 80%, в среднем 25% (табл. 2 и 3). Всего установлено 33 соединения. Наиболее распространенные ряды здесь это спирты и эфиры. При этом характерные соединения – 2-этилгексанол (в среднем 16%) и 2,2,4-триметил-1,3-пентандиол диизобутират (в среднем 15%). Кроме них широко распространены гексадекановая кислота, циклопентанон и 2-пирролидон. Следует отметить, что в пределах Донного фумарольного поля широкого распространения достигают эфиры и лактамы, в то время как в Дачном термальном поле это карбоновые кислоты, эфиры и спирты, а в Северо-Мутновском – спирты и лактамы. Как указывалось выше, предельные и ароматические углеводороды в составе органического вещества достигают здесь максимальных концентраций и их генезис предполагается за счет термогенного синтеза [14]. Кислородсодержащие соединения по их молекулярно-массовому распределению (преобладание четных гомологов), вероятно, имеют в этих водах биогенное происхождение. За исключением 7,9-ди-третбутил-1-оксапиро(4,5)дека-6,9-диен-2,8-дион. Третбутильная группа редко встречается в природе и его наличие в кипящем водяном котле Дачного поля может быть связано с техногенным загрязнением. Кроме этого, обращает на себя внимание состав кислородсодержащих соединений в кипящем водяном котле 2. Как видно из табл. 2, в 2005 г. эти компоненты не были установлены, в то время как в 2009 они достигают большого разнообразия. Причины такого изменения на данном этапе исследования установить не представляется возможным, однако, принимая во внимание, что такие изменения достигаются появлением биогенных соединений, можно предположить, что это связано с деятельностью гипертермофильных микроорганизмов, которые населяют термальные источники. Необходимы дальнейшие исследования кислородсодержащих соединений в пределах Мутновского геотермального района.

Паратунский геотермальный район. В пределах Паратунского геотермального района была опробована скважина № ГК-9 с температурой воды 82 °С, рН 8 и глубиной 1080 м. Она вскрывает термы Северного участка Паратунской гидротермальной системы. Проведенные ранее исследования органического вещества указывают на схожий состав и механизм образования органического вещества Паратунской и Мутновской систем. Здесь преобладают предельные и ароматические углеводороды, при этом алканы образованы в результате термогенного синтеза [14, 19].

В составе органического вещества на долю кислородсодержащих соединений приходится всего 26%, 4 соединения (табл. 4). Среди них значительно преобладают спирты (51%) и кетон (циклопентанон, 38%). Остальные ряды представлены эфиром (бутилацетат). Их происхождение, вероятно, также связано с биогенным синтезом. Карбоновые кислоты, альдегиды и лактамы вообще не были обнаружены.

Кальдера Узон. Здесь были опробованы кипящий котел «Бурлящий», скважина К-4 глубиной 16 м, рН 6–7 и температурой, не превышающей 100 °С. Состав вод хлоридно-натриевый или хлоридно-сульфатно-натриевый [10]. Кроме них был опробован гейзер «Шаман» с температурой ≈ 100 °С, рН 5,8, минерализация 3,7 г/л. Состав воды хлоридно-натриевый [6]. Ранее здесь было установлено 71 органическое соединение, 12 го-

мологических рядов. В составе также преобладают алканы и ароматические углеводороды, но, в отличие от Мутновского и Паратунского районов, они образованы в результате химического ре-синтеза растительных органических остатков и бактериальной деятельностью [14]. Установлено 21 кислородсодержащее соединение, на долю которых приходится 68% (табл. 4). Примечательно, что эти соединения найдены только в гейзере, а в источнике «Бурлящий» и скважине К-4 органические компоненты с атомом кислорода в составе отсутствуют. Максимальных относительных концентраций достигают эфиры (45%) и карбоновые кислоты (28%). Среди них максимумы приходятся на нонановую и декановую кислоты и этиловые эфиры октановой и декановой кислот. На долю альдегидов, кетонов и спиртов приходится 27%. Все эти компоненты, по-видимому, также имеют биогенное происхождение.

Заключение

Органические соединения средней летучести, содержащие в своем составе атом кислорода, установлены практически во всех исследуемых термальных водах и пароводяной смеси Мутновского и Паратунского геотермальных районов и кальдеры Узон. Всего установлено 41 кислородсодержащее соединение, которое относится к 7 гомологическим рядам. Их относительное содержание в составе органического вещества средней летучести около 25%. Широкого распространения достигают спирты, эфиры, карбоновые кислоты, альдегиды и кетоны. Эти соединения широко продуцируются в биосфере и имеют, вероятно, биогенное происхождение. На это указывают и особенности молекулярно-массового распределения карбоновых кислот и спиртов (преобладание гомологов с четным числом атомов углерода в молекуле). Соединения – индикаторы техногенного загрязнения найдены были только в кипящем водяном котле Дачного термального поля Мутновского района (кетон, содержащий третбутильную группу). Однако его доля в составе органического вещества средней летучести достигает всего 1%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Артеменко А.И. Органическая химия: учебник для строительной специальности вузов. 5-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2002. 559 с.
2. Бонч-Осмоловская Е.А. Изучение термофильных микроорганизмов в институте микробиологии РАН // Микробиология. 2004. Т. 73, № 5. С. 644–658.
3. Галимов Э.М., Севастьянов В.С., Карпов Г.А. и др. Углеводороды из вулканического рай-

Таблица 4

Кислородсодержащие органические соединения в кальдере Узон и Паратунском районе и их содержание, %

Table 4

Oxygen-containing organic compounds in the Uzon caldera and Paratunsky area, and their content, %

Наименование компонента	кальдера Узон			№ ГК-9
	№ К-4	Бурлящий	гейзер	
Карбоновые кислоты	–	–	27,7	–
Эфиры	–	–	45,4	11,3
Альдегиды и кетоны	–	–	18,8	37,5
Спирты	–	–	8,1	51,2
Итого, %	–	–	100 (68)	100 (26)

Примечание. «–» – компонент не установлен; в скобках – доля соединения в составе органического вещества

- она. Нефтепроявления в кальдере вулкана Узон на Камчатке // Геохимия. 2015. № 12. С. 1059–1068.
4. Заварзин Г.А., Карпов Г.А., Горленко В.М., и др. Кальдерные микроорганизмы. М.: Наука, 1989. 120 с.
 5. Исидоров В.А., Зенкевич И.Г., Карпов Г.А. Летучие органические соединения в парогазовых выходах некоторых вулканов и гидротермальных систем Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1991. № 3. С. 19–25.
 6. Карпов Г.А., Николаева А.Г., Акимов В.Н., Гальченко В.Ф. Эволюция режима и физико-химических характеристик растворов новообразованного гейзера в кальдере Узон (Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2012. № 3. С. 3–13.
 7. Карпов Г.А., Павлов А.Л. Узон-Гейзерная гидротермальная рудообразующая система Камчатки. Труды института геологии и геофизики. Вып. 317. Новосибирск: Наука, 1976. 88 с.
 8. Кирюхин А.В., Асаулова Н.П., Ворожейкина Л.А., и др. Условия формирования и моделирование эксплуатации Паратунского геотермального месторождения (Камчатка) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2017. № 3. С. 16–30.
 9. Кирюхин А.В., Кирюхин В.А., Манухин Ю.Ф. Гидрогеология вулканогенов. СПб.: Наука, 2010. 395 с.
 10. Компаниченко В.Н., Потурай В.А., Карпов Г.А. Органические соединения в термальных водах Мутновского района и кальдеры Узон // Вулканология и сейсмология. 2016. № 5. С. 35–50.
 11. Конторович А.Э., Бортникова С.Б., Карпов Г.А., и др. Кальдера вулкана Узон (Камчатка) – уникальная природная лаборатория современного нефтидогенеза // Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 8. С. 986–990.
 12. Мухин Л.М., Бондарев В.Б., Вакин Е.А. и др. Аминокислоты в гидротермах Южной Камчатки // ДАН СССР. 1979. Т. 244, № 4. С. 974–977.
 13. Потурай В.А. Органическое вещество в гидротермальных системах разных типов и обстановки // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329, № 11. С. 6–16.
 14. Потурай В.А., Компаниченко В.Н. Состав и распределение предельных углеводородов в термальных водах и пароводяной смеси Мутновского геотермального района и кальдеры Узон (Камчатка) // Геохимия. 2019. Т. 64, № 1. С. 79–88.
 15. Hunt J.M. Petroleum geochemistry and geology. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1979. 617 p.
 16. Kompanichenko V.N. Exploring the Kamchatka geothermal region in the context of life's beginning // Life. 2019. Vol. 9. P. 41.
 17. Kompanichenko V.N. Thermodynamic inversion origin of living systems. Springer International Publishing AG, 2017. 275 p.
 18. Kompanichenko V.N., Poturay V.A., Shlufman K.V. Hydrothermal systems of Kamchatka as the model for prebiotic environment // Origins of Life and Evolution of Biospheres. 2015. Vol. 45. N 1–2. P. 93–103.
 19. Poturay V.A. Alkanes in a number of hydrothermal systems of the Russian Far East // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 98. 02008.
 20. Shorland F.B. Occurrence of fatty acids with uneven-numbered carbon atoms in natural fats // Nature. 1954. N 174. P. 603.

OXYGEN-CONTAINING ORGANIC COMPOUNDS IN THERMAL
WATERS OF THE MUTNOVSKY AND PARATUNSKY GEOTHERMAL
AREAS AND CALDERA UZON, KAMCHATKA

V.A. Poturay

The paper represents the study of oxygen-containing compounds composition in sterile steam-water mixture from wells and in high-temperature springs of the Mutnovskaya, Paratunskaya and Uzonskaya hydrothermal systems. Using the method of gas chromatography-mass spectrometry, the author identified 42 oxygen-containing compounds belonging to 7 homologous series. The organic matter relative content is 25%. Alcohols, esters, carboxylic acids, aldehydes and ketones of biogenic origin are widely distributed in the above-mentioned hydrothermal systems. Compositional features of carboxylic acids and alcohols indicate their biogenic genesis, as well. The author found some technogenic compounds only in boiling water of the Dachny thermal field, in the Mutnovsky area.

Keywords: hydrothermal system, thermal water, organic matter, genesis, carboxylic acids.

ЭКОНОМИКА. ДЕМОГРАФИЯ

УДК 911.372.7(571.621)

СОЦИАЛЬНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА КАК ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ОТ ПРОШЛОГО К НАСТОЯЩЕМУ

И.В. Калинина

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679000,
e-mail: gaevaiv@yandex.ru

В статье представлена динамика основных элементов социальной инфраструктуры Еврейской автономной области с момента официального основания по 2018 г. Показана динамика объектов образования, здравоохранения, культуры, сферы услуг по архивным и статистическим данным. Определено, что максимальные количественные показатели исследуемых элементов отмечались в семидесятых годах прошлого столетия. Социально-экономические кризисы конца прошлого и начала нынешнего веков негативно сказались на социальной инфраструктуре. В настоящее время уровень социальной инфраструктуры области по отдельным показателям имеет отрицательные тенденции, что связано в том числе и со снижением численности населения. Подтверждено, что сокращение населения в области взаимосвязано с количеством объектов социальной инфраструктуры.

Ключевые слова: Еврейская автономная область. социальная инфраструктура, сельская местность.

В современном мире исследователи рассматривают состояние инфраструктуры с позиции одного из важнейших индикаторов социально-экономического развития территории. В этом плане развитая социальная инфраструктура, складывающаяся из количества, качества и особенностей размещения входящих в нее объектов, выступает в роли гаранта необходимых условий для нормального жизнеобеспечения населения.

Инфраструктура представляет собой совокупность расположенных на определенной территории сооружений, зданий, систем и служб, необходимых для функционирования и развития материального производства и обеспечения повседневной жизни населения. Степень освоенности территории определяется развитием инфраструктуры. Общепринятое деление по сферам деятельности (социальная, производственная) достаточно условно, поскольку отдельные объекты (пути сообщения, системы водоснабжения, жилищно-коммунальное хозяйство и др.) имеют значение и для развития промышленности, и, собственно, для населения [17]. Однако подобное деление в некотором роде необходимо, поскольку позволяет определить уровень социально-экономического развития отдельной территории по

сферам жизнедеятельности населения и выявить сильные и слабые стороны.

Территории Дальневосточного федерального округа (ДФО), несмотря на высокий ресурсный потенциал экономики в целом, имеют негативные тенденции, выражающиеся в слабой заселенности, депопуляции, низком качестве жизни населения, что относит их к одним из проблемных регионов РФ. Осложнение ситуации определяется приграничным положением региона, ведь только в трех соседних провинциях Китая проживает населения в 15 раз больше, чем на территории округа [16].

Еврейская автономная область (ЕАО) – субъект ДФО площадью 36,3 тыс. кв. км. и численностью населения около 160 тыс. чел. Располагается в средней части Амура, вдоль которого граничит с КНР. С российской стороны ближайшими соседями являются Амурская область и Хабаровский край. Из пяти районов области три относятся к сельским (Биробиджанский, Ленинский, Октябрьский), а из 112 населенных пунктов 88% являются сельскими (два города, одиннадцать поселков городского типа и 99 сельских населенных пунктов). Средняя численность населения городских населенных пунктов составляет 8570,4 человека,

следовательно, область можно считать в большей степени сельской, чем городской.

Статистика социальной сферы слабо дифференцирована на городскую и сельскую местность, что чрезвычайно затрудняет ее анализ. Однако очевидно, что обеспеченность объектами социальной инфраструктуры сельской местности гораздо ниже, чем городской. Именно в связи с этим мы будем использовать общую статистику с оговорками на сельскую местность.

Современное состояние инфраструктуры ЕАО во многом обязано социально-экономическим кризисам и реформам советского и постсоветского периодов. Исследование данной темы опирается на научные работы, посвященные изучению динамики социальной инфраструктуры с 1990-х гг. [6, 7, 9–11], здоровья и качества жизни населения [19, 20], миграционных потоков [12, 13]. Официально область образована в 1934 г. Численность населения на тот момент составляла 52,7 тыс. чел. (табл. 1), плотность – 1,5 чел./км² [1].

Целью работы является анализ динамики социальной инфраструктуры, а именно социально-экономических объектов (здравоохранение, образование, культура и отдых и др.), в 1934–2018 гг. для выявления возможных точек роста при планировании экономического развития территории области.

Социальная инфраструктура формируется с момента основания первых поселений, но в то время она достаточно проста и малообъектна. С конца XX в. произошло снижение числа объектов социальной инфраструктуры, сокращение штата сотрудников, износ фондов и оборудования. Несколько усугубило существующую ситуацию и

вступление в силу федеральных законов 2003 и 2004 гг. (№ 131-ФЗ, № 122-ФЗ), которое повлекло изменения в системе образования и культуры, особенно в сельской местности. Данные процессы характерны и для других регионов России, что свидетельствует о важности проблемы.

Одной из важных социальных проблем ЕАО является слабое обеспечение общедоступности услуг дошкольного образования для всех групп населения (табл. 2). Причем в советское время были востребованы ясли, особенно в послевоенное время (к сожалению, данных по числу воспитанников на это время не сохранилось), но к концу XX в. они перестали функционировать в области как в связи с финансовой нестабильностью, так и со спадом рождаемости.

Максимальное количество дошкольных учреждений отмечалось в 1989 г., но это связано с естественными потребностями – рост численности населения обуславливал рост количества дошкольных учреждений. Если в 1989 г. в области функционировали 178 детских дошкольных учреждений (ДДУ) с 19 тыс. воспитанников (в среднем по 108 чел. в каждом), то к 2000 г. отмечалось сокращение и учреждений (на 56%), и воспитанников (почти на 68%). В 2017 г. в области охват детей дошкольным образованием вырос и составил 72,7%, что выше общероссийского и ДФО показателей (66,5 и 67,9% соответственно) [15]. В последнее время в отдельных городских ДДУ появились ясельные группы, в которые принимают детей от 1,5 лет. Наряду с государственными учреждениями свои услуги предоставляют и частные сады, принимающие детей с года жизни и до поступления в начальную школу. Неполный ох-

Таблица 1
Количество населенных пунктов и численность населения в Еврейской автономной области [1, 3, 8, 15, 18]

Table 1
Number of settlements and population in the Jewish Autonomous Region [1, 3, 8, 15, 18]

Показатели	1934 г.	1939 г.	1959 г.	1970 г.	1979 г.	1989 г.	2000 г.	2010 г.	2018 г.
Населенные пункты, всего	187	355	144	130	117	114	113	112	112
Городские населенные пункты	5	9	14	14	14	14	14	13	13
Население, тыс. чел.	52,7	108,9	162,9	173,4	188,7	214,1	193,2	176,6	162,0
Городское население, тыс. чел.	29,7	71,6	117,3	119,0	127,5	140,5	129,5	119,4	111,4
Сельское население, тыс. чел.	23	37,3	45,6	54,4	61,2	73,6	63,7	57,2	50,6

Таблица 2

Показатели дошкольного образования в Еврейской автономной области в 1940–2018 гг. [4, 5, 8, 15, 18]

Table 2

Indicators of preschool education in the Jewish Autonomous Region in 1940–2018 years [4, 5, 8, 15, 18]

Показатели	1940 г.	1950 г.	1959 г.	1970 г.	1979 г.	1989 г.	2000 г.	2010 г.	2018 г.
Ясли, ед.	23	28	41	22	8	8	0	-	-
в них детей, чел.	471	845	-	1384	673	426	0	-	1500
ДДУ, ед.	37	46	65	136	158	178	78	69	84
в них воспитанников, тыс. чел.	1,2	1,8	3,2	10,4	15,9	19,2	5,6	7,9	7,7

Примечание: «-» – нет данных

ват детей 1–3-летнего возраста организованными формами дошкольного образования характерен как для сельской местности, так и для городской, особенно для г. Биробиджана. В селе, как правило, причиной отсутствия обеспечения ребенка дошкольным образованием помимо низкой платежеспособности родителей выступает и недостаточное наличие мест в дошкольных учреждениях. А в городе – наличие очереди в государственное учреждение и низкая платежеспособность для частного, где одно место в день стоит 550–700 рублей. Отметим, что частные дошкольные учреждения предоставляют лишь услуги присмотра и ухода за детьми, не выполняя необходимых образовательных функций.

Количество общеобразовательных школ тесно связано с численностью обучающихся в них учеников (табл. 3). Так, самое большое количество школ (161) функционировало в 1959 г., что было связано со стремлением вывести страну из послевоенного кризиса и борьбой с неграмотностью населения. Но постепенно школ стало меньше, как и учеников в них. В 1989 г. в области проживало максимальное количество жителей – 214,1 тыс. чел.,

чем объяснялся и рост количества школьников. В 2018 г. по сравнению с 1989 г. общее количество школ сократилось более чем на 40%, при этом в среднем количество обучающихся на одну школу даже незначительно увеличилось (321,5 уч./шк. к 324,3 уч./шк. соответственно). С 2010 по 2018 гг. отмечается незначительный рост общей численности учеников, однако данный показатель все еще ниже уровня 2000 г.

Во многих образовательных учреждениях сельской местности области помимо количественных изменений отмечаются и качественные. Снижение количества школ и смена образовательных программ повлекли необходимость организации подвоза учеников до места обучения. Так, во многих селах проживания учеников осталась лишь начальная школа, а основное образование стало возможно получать только за пределами пункта проживания. Именно для данных нужд из федерального бюджета ежегодно выделяются средства на приобретение школьных автобусов, оборудованных в соответствии с нормативными документами Министерств транспорта и просвещения РФ, правил дорожного движения, санитарных норм

Таблица 3

Показатели общего образования в Еврейской автономной области [4, 5, 8, 15, 18]

Table 3

Indicators of public education in the Jewish Autonomous Region [4, 5, 8, 15, 18]

Показатели	1940 г.	1950 г.	1959 г.	1970 г.	1979 г.	1989 г.	2000 г.	2010 г.	2018 г.
Школы, ед.	129	159	161	126	110	111	114	79	65
в них учеников, тыс. чел.	21,6	28,2	32,2	32,6	27,6	36,0	32,5	18,4	20,9
Учреждения проф. образования, ед.	4	4	5	8	6	6	9	7	10
в них студентов, тыс. чел.	0,8	1,0	2,0	4,8	5,5	5,1	3,3	1,5	1,8

при перевозке школьников, нормативно-правовыми документами муниципалитетов и общеобразовательных организаций. В 2018 г. все 100% сельских учеников, нуждающихся в подвозе между поселениями в учебное и внеурочное время, были обеспечены школьными автобусами.

В области достаточно развито профессиональное образование. Отметим, что уже в 1935 г. здесь обучали профессиям в педагогическом, горно-металлургическом и медицинском техникумах. В 1970 г. диверсификация экономики региона потребовала привлечения специалистов рабочих, педагогических, медицинских, культурно-просветительных и сельскохозяйственных специальностей. Именно в данный период времени в регионе обучалось максимальное количество студентов. В 1990–2000 гг. отмечался рост количества учреждений начального профессионального образования (на 33%). В 2010 г. получить профессиональное образование можно было в семи учреждениях [8, 18]. Сокращение (см. табл. 3) произошло за счет организаций, расположенных в сельской местности. Частично это было связано со снижением численности обучающихся (с 2000 г. в 2,3 раза). Так, если в 1990 г. в среднем на одно учреждение приходилось 817 чел., то к 2010 всего 214 чел., что объяснялось спадом интереса к рабочим специальностям.

В 2018 г. в области функционировало семь учреждений, предоставляющих услуги профессионального образования, в которых обучалось 1,8 тыс. чел. по 27 профессиям рабочих и служащих и 19 направлениям подготовки специалистов среднего звена.

На всем протяжении существования области изменяется количество объектов здравоохранения, частично это объясняется определенными нормативами строительства, связанным с численностью жителей. Если до 80-х гг. прошлого века отмечался их структурный и количественный рост, то после социально-экономических кризисов изменения касаются качества услуг, предоставляемых медицинскими учреждениями. Внесла свои коррективы в сферу здравоохранения области «оптимизация», проводимая в последнем десятилетии.

Больничных учреждений в 2018 г. в области функционировало даже меньше, чем в 1939 г., однако обеспеченность врачами и средним медицинским персоналом в разы выше по сравнению с этим периодом (табл. 4, 5). Число фанов росло до 1970-х гг., а затем их количество стабильно сокращается. Это связано с «оптимизацией» объектов здравоохра-

нения и увеличивающейся миграцией сельского населения [7].

По уровню медицинского обслуживания ЕАО находится среди аутсайдеров. В 2017 г. она занимала 78-е место по обеспеченности населения врачами всех специальностей (ЕАО – 37,0; РФ – 47,5; ДФО – 55,1 на 10 тыс. нас.), что связано с отсутствием собственного медицинского вуза [15]. Однако по обеспеченности средним медицинским персоналом в этом же году область занимала 15-е место (ЕАО – 121,8; РФ – 103,8; ДФО – 113,8 на 10 тыс. нас.), что объясняется как наличием медицинского колледжа, так и общим снижением численности населения, в результате которого произошло увеличение данного показателя. Привлекательность области для специалистов здравоохранения низкая в связи с невозможностью обеспечения жильем и относительно невысоким уровнем заработной платы, что является основными причинами «текучки кадров».

Обеспеченность сельского населения услугами здравоохранения в области значительно отстает от городского [7]. Результатом территориальной разобщенности населенных пунктов, неудовлетворительного качества и недостаточного развития транспортных коммуникаций, сокращения количества автобусных маршрутов и высоких тарифов на транспортные услуги и автомобильное топливо является снижение для сельского населения возможностей получения своевременной квалифицированной медицинской помощи.

Значительную роль для комфортного существования населения играет наличие объектов культуры и отдыха, формирование которых на данной территории началось во время ее заселения. В 1934 г. здесь уже функционировали клубы, киноустановки (звуковые, немые, передвижные), радиоточки, избы-читальни, театр, типография, выпускались две газеты на русском и идиш языках и др. В связи с тем, что ЕАО приобрела статус национальной, начали активно развиваться еврейские, русские и украинские культурные традиции, литература, искусство – по преобладающим национальностям. В военные и послевоенные годы, особенно во время борьбы с космополитизмом, объекты национальной культуры находились в угнетенном состоянии, но в 60-гг. XX в. вновь начали развиваться.

Тренд динамики объектов, относящихся к культуре и отдыху, в ЕАО имеет форму дуги – рост к 1970-80-м гг. и последующее снижение, наиболее резкое в первом десятилетии XXI в. (табл. 6). За последние 19 лет в области значительно ухудши-

Таблица 4

Показатели здравоохранения в Еврейской автономной области, ед. [4, 5, 8, 15, 18]

Table 4

Health indicators in the Jewish Autonomous Region, units [4, 5, 8, 15, 18]

Показатели	1940 г.	1950 г.	1959 г.	1970 г.	1979 г.	1989 г.	2000 г.	2010 г.	2018 г.
Больничные учреждения	22	22	32	31	32	32	17	17	16
Амбулатории	30	32	-	34	33	44	35	30	45
ФАП	49	67	87	98	82	74	68	64	55*

Примечание: 55* – по данным с сайтов районных больниц в 2019 г.

Таблица 5

Показатели обеспеченности объектами здравоохранения, на 10 тыс. нас. [4, 5, 8, 15, 18]

Table 5

Indicators of healthcare facilities availability, per 10 thousand population [4, 5, 8, 15, 18]

Показатели	1940 г.	1950 г.	1959 г.	1970 г.	1979 г.	1989 г.	2000 г.	2010 г.	2018 г.
Больничные койки	47,5	57,7	92,7	122,4	139,7	162,4	134,7	141,1	121,1
Врачи	8,9	13,2	14,9	17,5	30,9	39,5	35,3	34,5	36,2
Средний медперсонал	22,4	37,3	62,3	79,2	97,4	132,5	112,6	122,1	118,3

лось состояние объектов культуры. Сокращение числа библиотек, учреждений культурно-досугового типа, киноустановок в 1990–2000-е гг. было обусловлено прекращением финансирования из фондов колхозов и совхозов области: на 16% снизилось количество клубов, на 12,5% количество общедоступных библиотек, на 54% количество киноустановок. Частично это было связано с экономическими кризисами конца прошлого века, а впоследствии – с «оптимизацией» в области культуры, проведенной после вступления в силу Федерального закона № 131-ФЗ от 06.10.2003 г. «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

Развитие массового телевидения, Интернета, улучшение сигналов теле- и радиопередач и прочих благ цивилизации позволяет сокращать количество киноустановок, библиотек, сельских му-

зеев и пр., однако для села данные процессы неоднозначны. Много информации, в том числе и для культурного развития, можно получить из Интернета, однако не в каждом удаленном населенном пункте данный вид связи общедоступен и работает при максимальных параметрах, что обусловлено особенностями рельефа и покрытием сети.

В 2018 г. государственную и муниципальную сеть учреждений культуры ЕАО представляли 189 учреждений, в которых помимо библиотек и клубов значились следующие объекты: 8 детских школ искусств, 5 музеев (в Ленинском, Октябрьском, Смидовичском районах и 2 в г. Биробиджане), областная филармония, центр народного творчества, кинематографии и историко-культурного наследия ЕАО, муниципальный театр кукол «Кудесник», кинотеатр «Гигант», парки культуры и отдыха. Но, несмотря на относительное разноо-

Таблица 6

Показатели обеспеченности объектами культуры Еврейской автономной области, ед. [4, 5, 8, 15, 18]

Table 6

Indicators of cultural objects availability in the Jewish Autonomous Region, units [4, 5, 8, 15, 18]

Показатели	1940 г.	1950 г.	1959 г.	1970 г.	1979 г.	1989 г.	2000 г.	2010 г.	2017 г.
Библиотеки	83	94	97	100	112	113	98	92	88
Киноустановки	55	50	84	161	154	151	69	17	-
Клубы	86	6	99	113	121	121	93	85	84

Примечание: «-» – нет данных

бразии культурных объектов, их недостаточно. Реформа учреждений культуры в стране негативно отразилась на качестве сельских «досуговых центров». Объединение сельских библиотек, клубов и музеев в одну структурную единицу сократило количество обслуживающего персонала, повлекло снижение финансирования, что выразилось во введении платных услуг. В условиях снижения доходов сельских жителей расширение спектра платных услуг ограничивает сельское население в получении необходимой информации.

Подобная ситуация характерна и для физической культуры в области. Приходится отметить, что увеличение показателей плоскостных спортивных площадок и полей на 58,5% (с 2000 г.), а также на 20% количества спортивных залов (с 1990 г.) объясняется изменением статистического учета данных (в 2000-х гг. стали учитывать спортивные объекты, принадлежащие образовательным учреждениям). В 2017 г. функционировало 253 плоскостных спортивных сооружения и 110 спортивных залов. В области отмечается динамика количества стадионов с трибунами: три в 1990 г., четыре в 2010 г., два в 2017 г. В г. Биробиджане предоставляют услуги три плавательных бассейна [8, 15, 18]. Из пяти спортивных школ только одна находится в сельской местности (Ленинский район). У молодежи популярны такие виды спорта, как футбол, волейбол, баскетбол, хоккей с мячом, зачастую организованные на необеспеченных спортивным инвентарем площадках. В последнее время в городе Биробиджане активно развивается лыжный и конькобежный спорт, что связано с появлением горнолыжной базы и заливкой катков в зимнее время.

Сфера услуг неразрывно связана с населением, поскольку обеспечивает его потребности в необходимых услугах (швейных, косметических, ремонта техники и пр.). С момента основания области здесь работали бани, парикмахерские, механические и обувные мастерские, товарные и продуктовые лавки, швейная фабрика, магазины, столовые, рынки [1, 2]. С конца 1990-х г. количество коллективных бань даже в сельской местности стремительно снижается, а в настоящее время бани остаются преимущественно в городах, играя роль дополнительного места отдыха населения. Подобные тенденции отмечаются для ремонта и пошива одежды и обуви, бытовых приборов и пр., услугами которых пользуется ограниченное количество населения. Прирост данного вида услуг осуществляется в основном за счет роста количества мелких частных, зачастую работающих не-

официально.

С 2010 г. в области количество объектов бытового обслуживания увеличилось в 1,3 раза, причем более 60% из них расположены в областном центре. В каждом районе размещаются парикмахерские, бани и сауны, объекты по ремонту и пошиву обуви и одежды, бытовой техники, автотранспорта и пр., но зачастую только в районных центрах или центрах сельских поселений. По данным 1993 г. объем бытовых услуг на душу населения в области превышал на 25% общероссийские и на 6% дальневосточные показатели. Но к 2000 г. ситуация кардинально изменилась: областные показатели сократились на 50% от общероссийского и на 34% от дальневосточного уровней. В 2017 г. объемы бытовых услуг на душу населения в области незначительно выросли [14, 15]. В связи со сказанным можно сделать общий вывод, что в настоящее время территория области недостаточно оснащена объектами бытового обслуживания.

Санаторно-курортные услуги на территории области предлагались на базе Кульдурского термоминерального источника с 1924 г. С середины 90-х гг. прошлого века пять санаториев, расположенных в долине реки Кульдур (Кульдур, Жемчужина, Горняк, Санус, Военный), осуществляли бальнеологическое лечение. В селе Пронькино работал детский санаторий, однако в связи с финансовой нестабильностью в регионе он был закрыт в 2010 г. В 2018 г. свои услуги предлагают девять санаториев (более чем в два раза выше показателей 1990 г.) и 101 (уровень 1990 г.) детских оздоровительных учреждений, в которых ежегодно отдыхает в среднем 12-14 тысяч детей. Однако около 95% оздоровительных учреждений с дневным пребыванием зачастую организованы на базе образовательных организаций. В связи с этим более 80% детей, отдыхающих в данных учреждениях, – учащиеся в них школьники. В г. Биробиджане в последние пять лет в летний период организованы смены на частной базе отдыха, но стоимость путевки здесь достаточно высокая, соответственно, только незначительный процент населения может позволить подобный отдых для своих детей.

Снижение численности населения в области взаимосвязано с социальной инфраструктурой, что подтверждается данными корреляции: $R=0,97$ с объемами инвестиций в основной капитал, $R=0,91$ с количеством общеобразовательных учреждений, $R=0,83$ с числом дошкольных образовательных учреждений, $R=0,99$ с числом мест в дошкольных образовательных учреждениях, $R=0,98$ с количеством лечебно-профилактиче-

ских организаций, $R=0,99$ с объектами бытового обслуживания (количество магазинов, столовых и пр.), $R=0,94$ с вводом в действие жилых домов, $R=0,99$ с площадью жилых помещений и пр. Таким образом, недостаточно развитая социальная инфраструктура в области не позволяет улучшить качество рабочей силы через повышение ее образовательного и культурного потенциала, что в свою очередь влияет на экономику региона, следовательно, необходимо уделять больше внимания данному показателю при планировании устойчивого развития территории.

На протяжении существования области социальная инфраструктура изменялась в соответствии с требованиями и нормами, принятыми в государстве в данный период времени, однако не достигала максимальных показателей. Кризис конца прошлого века ухудшил ее положение по отдельным показателям более чем в два раза. Преобразования последних двух десятилетий в некоторой степени носят двойственный характер. С одной стороны, оптимизация с использованием современных техник и технологий позволяет сокращать количество объектов, переводя их на уровень с более высоким качеством оказываемых услуг. С другой стороны, особенности ландшафта области, значительная территориальная разобщенность населенных пунктов даже в пределах одного поселения ограничивает получение качественных услуг связи, особенно это касается сети Интернет, что еще более усугубляет состояние отдельных объектов социальной инфраструктуры (культуры, образования, здравоохранения).

Максимальные показатели в образовании, здравоохранении, культуре отмечались в ЕАО в 1970-80-х гг. Кризис конца прошлого века негативно отразился на объектах социальной инфраструктуры области. В настоящее время слабая обеспеченность населенных пунктов области объектами социальной инфраструктуры отрицательно сказывается на здоровье, образовании, уровне и качестве жизни населения. Значительная часть трудоспособного населения в поисках работы, а также люди, озабоченные своим будущим, мигрируют в другие регионы России либо за пределы страны (зачастую в Израиль). В сельской местности снижается численность населения, соответственно и людность населенных пунктов, что особо негативно сказывается на небольших селах, поскольку это вызывает дальнейшее сокращение объектов социальной инфраструктуры.

Статья выполнена в рамках государственного задания ИКАРП ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Административно-территориальное устройство Еврейской автономной области. 1858–2003 гг. Хабаровск: РИОТИП, 2004. 352 с.
2. ГА ЕАО Ф. 50. Оп. 1. Д. 6.
3. ГА ЕАО Ф. 75. Оп. 1. Д. 41.
4. ГА ЕАО Ф. 87. Оп. 4. Д. 1443.
5. ГА ЕАО Ф. 87. Оп. 4. Д. 1449.
6. Гаева И.В. Трансформация функций сельских населенных пунктов Еврейской автономной области: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2011. 155 с.
7. География Еврейской автономной области: общий обзор / отв. ред. Е.Я. Фрисман. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. 406 с.
8. Еврейская автономная область: стат. ежегодник. Биробиджан, 2019. 208 с.
9. Калинина И.В. Трансформация инфраструктуры приграничного региона (на примере Еврейской автономной области) // Центр и периферия: диалог или неиспользованные возможности?: сб. науч. ст. по итогам Всерос. науч.-практич. семинара. Владивосток: ДВФУ, 2019. С. 192–204.
10. Калинина И.В. Суховеева А.Б. Инфраструктура сельской местности Еврейской автономной области: 15 лет перемен // Региональные проблемы. 2017. Т. 20, № 4. С. 129–138.
11. Комарова Т.М. Экономико-географические факторы территориальной организации хозяйства Еврейской автономной области на этапе перехода к рыночным отношениям: дис. ... канд. геогр. наук. Иркутск, 1998. 171 с.
12. Комарова Т.М., Мищук С.Н. Демографические процессы в Еврейской автономной области на фоне социально-экономических изменений: итоги 25 лет // Новые векторы миграции на Евразийском пространстве. Серия: Демография. Социология. Экономика. 2016. Т. 2, № 1. С. 71–80.
13. Мищук С.Н. Современные миграционные процессы в Еврейской автономной области // Экономика региона. 2011. № 1. С. 50–57.
14. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2003: стат. сб. / Госкомстат России. М., 2003. 895 с.
15. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: стат. сб. / Росстат. М., 2019. 1204 с.
16. Сидоркина З.И. Экономический и демографический потенциал Дальнего Востока: противоречия развития // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 4. С. 93–99.

17. Социально-экономическая география: понятия и термины: словарь справочник / отв. ред. А.П. Горкин. Смоленск: Ойкумена, 2013. 328 с.
18. Статистический ежегодник Еврейской автономной области: стат. сб. В 2 ч., ч. 1 / Комстат ЕАО. Биробиджан, 2002. 195 с.
19. Суховеева А.Б. Обеспеченность населения Еврейской автономной области услугами системы здравоохранения: территориальные различия // Региональные проблемы. 2011. Т. 14, № 1. С. 100–102.
20. Суховеева А.Б. Оценка здоровья населения отдельных муниципальных образований Еврейской автономной области // Социальные аспекты здоровья населения. 2015. Т. 43. № 3. С. 3.

SOCIAL INFRASTRUCTURE AS A POTENTIAL FOR RURAL DEVELOPMENT: FROM THE PAST TO THE PRESENT

I.V. Kalinina

The article presents the social infrastructure main elements dynamics in the Jewish Autonomous region – from the moment of its official foundation to 2018. The author shows the dynamics of educational, health, cultural, and service objects, which is based on archival and statistical data. It is determined that the maximum quantitative indicators of the studied elements were observed in the seventies of the last century. The socio-economic crises of the end of the last century and the beginning of the present one have had a negative impact on the social infrastructure. Currently, the level of social regional infrastructure shows negative trends in certain indicators, which is due, among other things, to a decrease in the population. The study confirms the correlation between the decline in population and social infrastructure facilities.

Keywords: Jewish Autonomous Region, social infrastructure, rural areas.

Правила оформления рукописи в журнале
«РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ»

1. Рукопись загружается на сайте журнала **regional-problems.ru** и высылается обычной почтой в 1 экз. **Бумажный носитель обязателен.**

Там же необходимо заключить договор с редакцией на публикацию статьи и размещение ее в Интернете, а также предоставить экспертное заключение учреждения, в котором выполнена работа.

2. Рекомендуем оформлять статью по рубрикам: актуальность (постановка проблемы), объект и методы, результаты исследования и их обсуждение, заключение, список литературы.

3. **На первой странице рукописи** в левом верхнем углу должен быть указан индекс по универсальной десятичной классификации (УДК). Затем по центру следует на русском и английском языках название статьи, инициалы и фамилии всех авторов, полное название организации, почтовый адрес, e-mail, аннотации и ключевые слова; текст.

4. Текст статьи должен быть набран в редакторе WinWord, шрифтом Times New Roman, 12 pt. Поля слева, сверху и снизу – 2,5 см, справа – не менее 1 см. Объем статьи не должен превышать **13 страниц текста**, напечатанного через **1,5 интервала**, включая список литературы, таблицы и рисунки. К публикации принимаются статьи на русском и английском языках.

5. Сокращения слов, кроме общепринятых, в рукописи не допускаются.

6. Формулы нумеруются в круглых скобках (2), **подстрочные примечания не допускаются**, необходимые разъяснения даются в тексте.

7. Цитируемая литература приводится отдельным списком, перечисляется по алфавиту (в тексте оформляется квадратными скобками и порядковым номером списка) и оформляется в соответствии с ГОСТом (не более 20 источников литературы).

8. В конце рукописи необходимо четко указать название учреждения, фамилию, имя, отчество, ученую степень, звание, а также адрес (с индексом) и телефон автора.

9. **Таблицы должны иметь заголовки на русском и английском языках** и сквозную порядковую нумерацию в пределах статьи, содержание их не должно дублировать текст.

10. Весь иллюстративный материал (графики, схемы, фотографии, карты) именуется рисунками и имеет сквозную порядковую нумерацию. Рисунки выполняются в формате GIF, TIFF, JPEG, CDR, EPS, либо в Word (wmf) и представляются в виде отдельных файлов. Рисунки в текст не вставляются, но в тексте дается обозначение, где должен быть рисунок. **Подписи к рисункам на русском и английском языках** печатаются на отдельном листе с указанием фамилии автора и названия статьи. Фотографии (1 экз.) должны быть четко отпечатаны на белой бумаге без дефектов. От качества авторских оригиналов зависит качество иллюстраций в журнале.

Все материалы, опубликованные в журнале «Региональные проблемы», безгонорарные. Плата за их публикацию с авторов не взимается.

Адрес редакции: 679016, Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема, 4. ИКАРП ДВО РАН, редакция журнала «Региональные проблемы». Ответственному секретарю Соловченкову С.А. Электронный адрес: reg.probl@yandex.ru с пометкой «Региональные проблемы».