



# ВЕСТНИК

Института биологии Коми НЦ УрО РАН

2016  
№ 3 (197)

ВЕСТНИК ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УрО РАН 2016 № 3 (197)

Лицензия № 19-32 от 26.11.96 КР № 0033 от 03.03.97

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук  
Адрес издателя: г. Сыктывкар, ГСП-2, 167982, ул. Коммунистическая, д. 28  
Тел.: (8212) 24-11-19; факс: (8212) 24-01-63  
E-mail: [directorat@ib.komisc.ru](mailto:directorat@ib.komisc.ru); <http://ib.komisc.ru>

Компьютерный набор. Подписано в печать 28.11.2016. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 5.0. Уч.-изд.л. 5.0 Тираж 170. Заказ № 12(16).

Отпечатано в патентно-информационной группе Института биологии Коми НЦ УрО РАН.  
г. Сыктывкар, ГСП-2, 167982, ул. Коммунистическая, д. 28

Журнал включен в базу данных цитирования РИНЦ  
Распространяется бесплатно

## В номере

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

- Татаринев А.Г., Кулакова О.И.** Структура и пространственная дифференциация фауны дневных чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) европейского северо-востока России ..... 2
- Филиппов Н.И.** К фауне шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombus Latr.) таежной зоны Республики Коми ..... 12

### МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Раскоша О.В., Кичигин А.И.** Основные принципы надлежащей лабораторной практики (НЛП, *GLP*) при обустройстве вивария и организации научных исследований ..... 19
- Новаковский А.Б.** Взаимодействие Excel и статистического пакета R для обработки данных в экологии ..... 26

### ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

- Загирова С.В.** Всероссийская научная конференция с международным участием «Стационарные исследования лесных и болотных биогеоценозов: экология, продукционный процесс, динамика» ..... 34

### ЮБИЛЕИ

- Инна Борисовна Арчегова ..... 37

С 2016 г. издается четыре раза в год.

Издается  
с 1996 г.

Главный редактор: д.б.н. С.В. Дегтева  
Заместители главного редактора: д.б.н. Е.В. Шамрикова, чл.-корр. РАН А.А. Москалев  
Ответственный секретарь: Л.Я. Огородовая  
Редакционная коллегия: д.т.н. Т.Я. Ашихмина, д.с.-х.н. В.А. Безносиков, д.б.н. В.В. Володин, д.б.н. Т.К. Головкин, д.б.н. М.М. Долгин, к.б.н. В.В. Елсаков, д.б.н. С.В. Загирова, д.б.н. В.Г. Зайнуллин, к.б.н. К.С. Зайнуллина, к.б.н. А.Б. Захаров, к.х.н. Б.М. Кондратенко, к.б.н. С.К. Кочанов, д.б.н. А.Г. Кудяшева, к.б.н. Е.М. Лаптева, к.б.н. Е.Н. Патова, к.б.н. И.Ф. Чадин, к.б.н. Т.П. Шубина, к.б.н. И.И. Шуктомова  
Компьютерный дизайн и стилистика: Р.А. Микушев  
Компьютерное макетирование и корректура: Е.А. Волкова

УДК 595.789 (470.1)

**СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ФАУНЫ ДНЕВНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, RHOPALOCERA) ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ****А.Г. Татаринов, О.И. Кулакова***Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар  
E-mail: kulakova@ib.komisc.ru*

*Аннотация:* В статье охарактеризованы структура и пространственная организация фауны дневных чешуекрылых на северо-востоке Русской равнины и в северных областях Уральской горной страны. Приведены сведения о видовом богатстве и структуре локальных и зональных фаун, выявлены основные тренды таксономического разнообразия.

*Ключевые слова:* дневные чешуекрылые, локальная фауна, зональная фауна, европейский северо-восток России

**Введение**

Дневные чешуекрылые – достаточно многочисленная группа насекомых, объединяющая около 18 000 видов (Animal biodiversity..., 2011), распространенных от экваториальных до арктических и субантарктических широт. Видовое разнообразие, выраженная ландшафтно-зональная и биотопическая приуроченность наряду с высоким потенциалом расселения делают дневных чешуекрылых очень интересным и перспективным модельным объектом зоогеографических исследований. Благодаря относительно короткому жизненному циклу, трофической специализации гусениц и открыто живущей крылатой стадии имаго они быстро реагируют на изменение условий окружающей среды колебанием границ видовых ареалов, численности популяций, структуры фаун и населения.

**Материал и методы исследований**

В основе данной статьи лежат материалы, собранные авторами в период с 1990 по 2016 г. на территории европейского северо-востока России. В общей сложности в указанный период эколого-географическими исследованиями булавоусых чешуекрылых охвачены более 185 географических точек (локалитетов), расположенных в таежных и тундровых ландшафтных провинциях северо-востока Русской равнины и северных областях Уральской горной страны.

Сборы и учеты численности дневных чешуекрылых проводили на линейных площадках, или трансектах (Pollard, 1977). Для оценки состояния популяций отдельных видов применяли методику визуального маршрутного учета и расчета плотности видов, предложенную Н.Г. Челинцевым (2002). Дополнительно изучали лепидоптерологические материалы, хранящиеся в фондах научного музея Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Зоологического музея СыктГУ, музея Природы Земли г. Ухты, Зоологического музея

МГУ, Зоологического института РАН, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН, ИЭРиЖ УрО РАН, ИПЭС УрО РАН, частные коллекции, проанализированы многочисленные литературные источники и электронные базы данных.

При выявлении ареалогической структуры фауны дневных чешуекрылых использовали физико-географический подход, предполагающий типизацию и название ареалов на основе отношения долготных и широтных границ распространения видов к известным природным рубежам (Городков, 1984; Сергеев, 1986). Научная номенклатура видов и надвидовых таксонов дневных чешуекрылых представлена на основе анализа и компиляции данных «Каталога чешуекрылых России» (2008) и «Каталога булавоусых чешуекрылых бывшего СССР» (Корб, 2011).

**Структура фауны**

Для выявления закономерностей пространственного размещения животных большое значение имеет полнота знаний о видовом богатстве и таксономической структуре фауны исследуемой территории. По мнению А.И. Толмачева (1970, 1974), видовое богатство, оцениваемое по числу видов, представляет основу количественной характеристики флоры, а установленное соотношение надвидовых таксонов – основу ее качественной характеристики. В полной мере это суждение можно отнести и к фауне. Таксономическую структуру флоры обычно характеризуют на основе удельного веса 10-15 крупнейших семейств или родов (Толмачев, 1970, 1974; Малышев, 1975). В энтомологии в силу колоссального видового разнообразия насекомых фаунистические исследования ограничиваются отдельными отрядами, подотрядами или даже семействами. Число семейств Rhopalocera стабильно практически на всей территории европейского северо-востока России (шесть, на крайнем севере – пять). Поэтому для выявления особенностей таксономической

структуры региональной, локальных и зональных фаун дневных чешуекрылых логично использовать такие показатели, как число и удельный вес подсемейств, триб, подтриб, родов и подродов.

На территории европейского северо-востока России к 2016 г. выявлено 136 видов дневных чешуекрылых (табл. 1). Около полутора десятков из них в регионе образуют лишь временные популяции, псевдопопуляции, совершают более или менее регулярные миграции из соседних областей в летний период, известны по единичным находкам или статус их обитания в регионе пока точно не установлен. Естественно, что для обширной и неоднородной в природно-климатическом отношении территории европейского северо-востока России указанное число видов не может быть конечным, однако собранные материалы и критический анализ литературных сведений позволяют обоснованно утверждать, что коренной состав видов *Rhopaloscega* в регионе выявлен практически полностью. Новых находок ожидается немного, оценочно не более трех-четырёх видов. Незначительное изменение численного состава возможно еще по причине изменения ранга некоторых таксонов видовой группы. В итоге все это не должно повлиять на общее представление о богатстве и структуре региональной фауны дневных чешуекрылых.

Таксономическая структура фауны дневных чешуекрылых европейского северо-востока России выглядит достаточно пестрой: шесть семейств, 16 подсемейств, 15 триб, 12 подтриб, 51 род и 40 подродов. Фауна имеет ярко выраженные «нимфалоидные» черты: наиболее разнообразными являются близкие *Nymphalidae* и *Satyridae*, традиционно объединяемые зарубежными специалистами в одно семейство. На их долю приходится 56% видового состава (рис. 1). К этим семействам принадлежат и самые насыщенные видами роды: *Clossiana* (14) и *Erebia* (13). Менее других отстают от лидеров роды *Oeneis* (8 видов), *Colias* (7), *Nymphalis* (6). По четыре-пять видов в родах *Lycaena*, *Pyrgus*, *Polyommatus*, *Coenonympha*. Большинство же родов представлено двумя-тремя видами. По числу родов лидирует семейство *Nymphalidae* со значением 16, вторую позицию занимает *Lycaenidae* (11), а *Satyridae* с девятью родами – только треть. Наименьшая родовая насыщенность отмечена в семействах *Hesperiidae* и *Papilionidae*.

Представленность (% от мирового богатства таксона) – весьма интересный и информативный показатель, позволяющий судить, насколько успешно таксономическая группа освоила условия окружающей среды той или иной территории. Из семейств, входящих в состав региональной фауны, минимальная величина этого показателя у *Hesperiidae* (0.28%), максимальная – у *Nymphalidae* (1.72%) и *Pieridae* (1.58%). Представленность

всего комплекса *Rhopaloscega* на европейском северо-востоке России – около 0.75%, что соответствует уровню представленности в арктических и бореальных регионах многих прогрессивных и процветающих таксонов насекомых (Чернов, 1975).

Основу ареалогической структуры фауны дневных чешуекрылых европейского северо-востока России формируют трансглоарктическая, субтрансглоарктическая, транспалеарктическая и трансевразийская долготные группы в сочета-

Таблица 1

**Таксономическая структура фауны дневных чешуекрылых европейского северо-востока России**

Семейство, подсемейство, триба	Число		Представленность (% от объема таксона в мировой фауне)
	Родов	Видов	
<b>Papilionidae</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0.87</b>
Papilioninae	2	2	0.40
Papilionini	1	1	0.48
Leptocircini	1	1	0.63
Parnassiinae	2	3	4.05
Parnassiini	2	3	5.66
<b>Pieridae</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>1.58</b>
Dismorphinae	1	3	5.26
Pierinae	4	7	0.81
Pierini	3	6	0.85
Anthocharidini	1	1	1.49
Coliadinae	2	8	3.88
<b>Lycaenidae</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>0.49</b>
Theclinae	3	3	0.12
Theclini	1	1	0.13
Eumaeini	2	2	0.22
Lycaeninae	1	5	4.46
Polyommatinae	7	17	1.14
Polyommatini	7	17	1.30
<b>Nymphalidae</b>	<b>16</b>	<b>44</b>	<b>1.72</b>
Apaturinae	1	2	2.27
Limenitidinae	2	3	0.28
Limenitidini	1	1	0.48
Neptini	1	2	0.74
Heliconiinae	7	24	4.40
Argynnini	7	24	22.43
Nymphalinae	6	15	3.07
Nymphalini	4	10	9.80
Melitaeini	2	5	2.05
<b>Satyridae</b>	<b>9</b>	<b>33</b>	<b>1.15</b>
Satyrinae	9	33	1.44
Parargini	3	5	0.96
Satyrini	6	28	0.77
<b>Hesperiidae</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>0.28</b>
Pyrginae	1	5	0.35
Heteropterinae	1	2	1.04
Hesperiinae	2	4	0.20
<b>ИТОГО</b>	<b>51</b>	<b>136</b>	<b>0.75*</b>

\* % от мирового объема всех семейств дневных чешуекрылых.

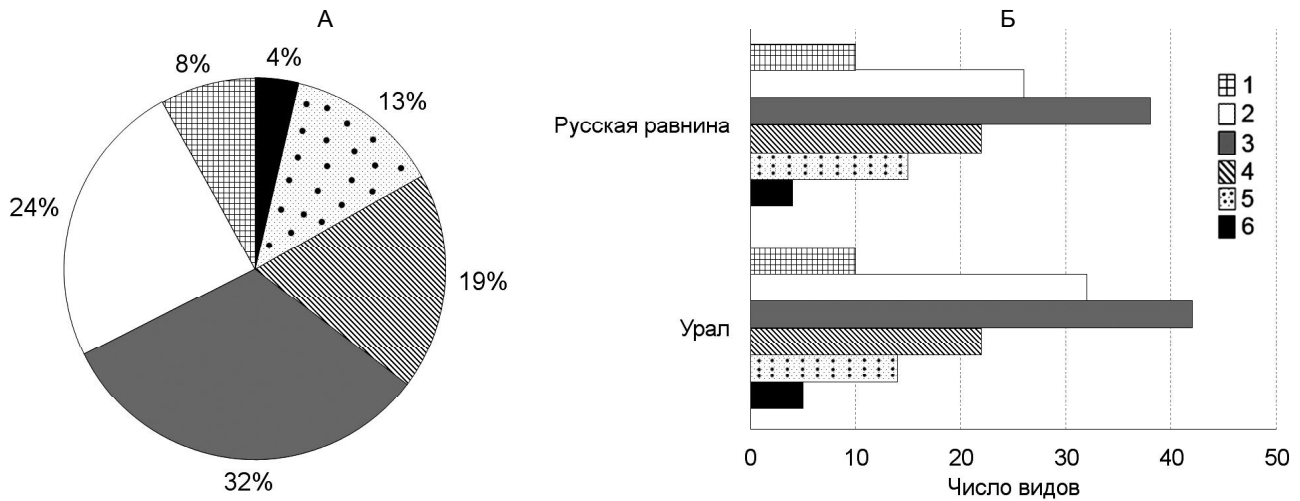


Рис. 1. Удельный вес (А) и видовая насыщенность (Б) семейств дневных чешуекрылых в фауне европейского северо-востока России. *Условные обозначения.* 1 – Hesperidae, 2 – Satyridae, 3 – Nymphaladae, 4 – Lycaenidae, 5 – Pieridae, 6 – Papilionidae.

нии с 18 широтными группами, среди которых по числу входящих в них видов лидируют температурно-субтропическая, субаркто-температурно-субтропическая, температурная, аркто-гольцовая и субаркто-борео-монтанная – всего 35 комбинаций из 62 установленных, около 68% видового состава. Дифференциальную компоненту ареалогической структуры составляют восточноевро-трансасиатская, урало-трансасиатская, урало-сибирская долготные группы, сочетающиеся с «северными» и монтанными широтными группами (рис. 2). Дневных чешуекрылых с подобными типами ареалов относительно немного, на их долю приходится лишь около 10% фауны. Тем не менее, они вместе с некоторыми субтрансоглоарктическими видами, у которых на европейском северо-востоке России проходят западные рубежи распространения, входят в «восточную» плеяду животных, растений и грибов, обусловивших биогео-

графическое своеобразие изучаемого региона как «Сибирь в Европе».

Относительно высокое таксономическое богатство фауны дневных чешуекрылых и разнообразие географических элементов в составе в целом отражают географическое положение и природно-климатическую историю европейского северо-востока России. На рубежах Русской равнины и Уральской горной страны, Европы и Азии наложение наборов равнинных и монтанных, западно-, восточнопалеарктических и субтрансоглоарктических видов создает своего рода «экотонный» эффект на географическом уровне и подчеркивает открытость изучаемой территории для позднеледниковых, голоценовых и современных миграций видов самых разных экологических предпочтений (тундровых, таежных, суббореальных и т.д.) как с запада, так и с востока.

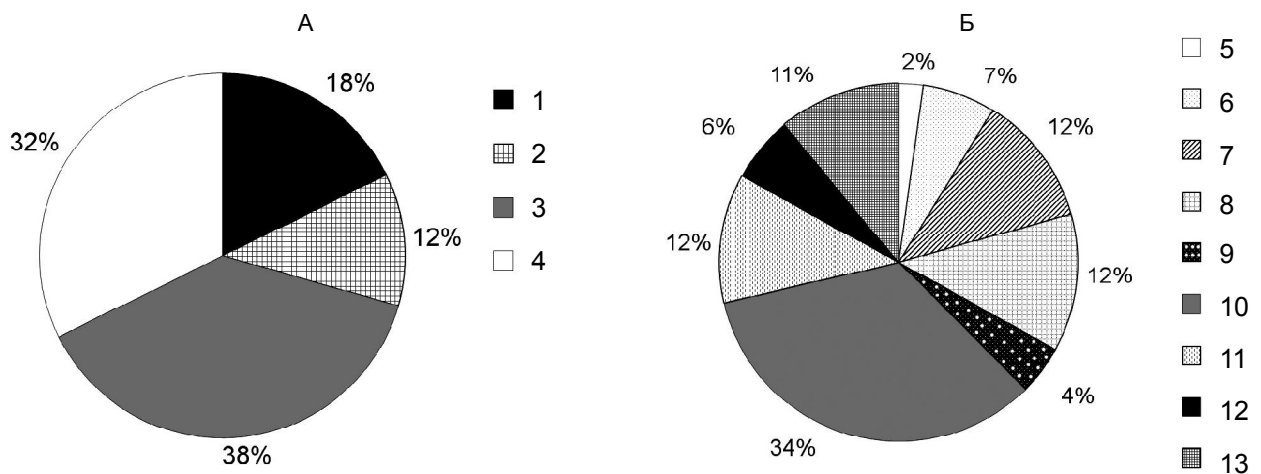


Рис. 2. Соотношение (доли, %) долготных (А) и широтных (Б) групп ареалов в структуре фауны дневных чешуекрылых европейского северо-востока России. *Условные обозначения.* Долготные группы: 1 – трансоглоарктическая, 2 – субтрансоглоарктическая, 3 – транспалеарктическая, 4 – субтранспалеарктические. Широтные группы: 5 – метарктическая, 6 – монтанные, 7 – аркто-монтанные, 8 – субаркто-бореальная и субаркто-борео-монтанная, 9 – бореальная и борео-монтанная, 10 – температурная и температурно-субтропическая, 11 – суббореальная и суббореально-субтропическая, 12 – субаркто-температурная, 13 – субаркто-температурно-субтропическая и полизональная.

### Локальные фауны, показатели и тренды таксономического разнообразия

В последние десятилетия в сравнительном анализе фаунистических материалов все большее распространение получает метод с использованием таких понятий, как «конкретная фауна» и «локальная фауна». Первое аналогично понятию «конкретная флора», получившему широкое распространение в сравнительной флористике благодаря развитию идеи А.И. Толмачева (1931). Согласно Ю.И. Чернову (1975), конкретная фауна – это композиция видов животных, фиксируемых на минимальной территории, включающей набор ландшафтов и их зональных и интразональных элементов, наиболее характерных для данной зоны с учетом региональных особенностей. Конкретная фауна/флора рассматривается в качестве элементарной фауны/флоры региона и представляет собой естественную систему, обладающую территориальной и структурной целостностью и собственным генезисом (Шмидт, 1984; Макаров, 2009; Морозова, 2009). Совокупность конкретной флоры и фауны дает понятие «конкретной биоты» (Чернов, 1989).

Наряду с понятием «конкретная фауна» в зоологических работах очень часто употребляют термин «локальная фауна». Своим происхождением он обязан понятию «локальная флора», которую в ботанике трактуют как выборочную флору какого-либо географического пункта, или пробу флористической ситуации в нем (Юрцев, 1997; Морозова, 2009). Проблема содержания и соотношения понятий «конкретная фауна», «локальная фауна», также как и проблема «флор» в ботанике, пока остается в сфере научных дискуссий, но совершенно очевидно, что оба понятия требуют четкого разграничения. Если принять, что конкретная фауна – это реальное природное явление (Чернов, 1993), то локальная фауна представляет собой лишь удобную рабочую единицу сравнительной фаунистики, отражающую результаты видовых учетов в определенном географическом пункте (локалитете). Посредством описания локальных фаун выявляют границы конкретных фаун, иногда локальная фауна может соответствовать конкретной фауне. Ю.И. Чернов (1993) предложил вместо термина «локальная фауна» использовать понятие «проба фауны». Данный термин точнее отражает сущность проблемы, но, к сожалению, так и не получил широкого признания среди зоологов (Макаров, 2009).

Если конкретная фауна может занимать территорию разной площади, то сугубо практическое назначение понятия локальной фауны требует определенной стандартизации размерных характеристик исследуемых локалитетов. Локальной фауной в температурном поясе предложено считать композицию видов, выявленных вокруг какого-либо географического пункта в радиусе

10-15 км. В зависимости от типа ландшафта, природной зоны, рельефа территории исследуемая площадь может изменяться (Penev, 1997). В зоологических работах, в которых традиционно изучают не фауну в целом, а лишь отдельные систематические группы, размер территории локальной фауны, очевидно, может колебаться также в зависимости от эколого-хорологических особенностей изучаемых таксонов животных. В настоящей работе локальной фауной дневных чешуекрылых европейского северо-востока России авторы считают композицию видов, выявленных во всех природных сообществах географического пункта и его окрестностей в радиусе 20-25 км. Такая размерность локальной фауны обусловлена особенностями биотопического распределения и методикой учетов видов данной группы насекомых.

Непосредственное видовое богатство локальных фаун дневных чешуекрылых европейского северо-востока России, оцениваемое по числу видов, закономерно уменьшается в северном направлении. На равнине связь числа видов с широтой местности выражена сильнее, чем на Урале (рис. 3). По горным тундрам и подгольцовым местообитаниям субарктические виды проникают на юг значительно дальше, чем на равнине, что обуславливает более «северный» облик уральских локальных фаун *Rhopalocera*.

Выпадающие из общего тренда значения часто отмечены для локальных фаун крупных населенных пунктов и их окрестностей, для которых характерно увеличение видового богатства. Объясняется это не столько многолетними наблюдениями, которые, как известно, пополняют фаунистические списки в основном за счет случайных заносов и сезонных мигрантов (Макаров, 2009), сколько наличием в их границах и окрестностях агроценозов, рудеральных участков и прочих антропогенно трансформированных местообитаний. В таежной и тундровой зонах данные биотопы значительно расширяют площади и спектр местообитаний коренных популяций *Rhopalocera* и способствуют быстрому закреплению новых видов. Показано, что видовое богатство дневных чешуекрылых заметно выше и на территориях, на которых развит комплекс линейных хозяйственных сооружений. Это актуально для Республики Коми, территорию которой почти в меридиональном направлении пересекают ж.-д. магистраль Котлас–Воркута, нефте- и газопроводы, ЛЭП, автомобильные трассы. Аналогично речным долинам, они выполняют функцию квазиприродных коридоров, по которым бабочки расселяются из других, главным образом южных, областей. Связь с антропогенными условиями является мощным фактором расширения северных пределов распространения наземных животных (Чернов, 1975).

Даже если исключить из списка таксонов сезонных мигрантов и случайные заносы имаго, региональный тренд уменьшения видового богатства локальных фаун дневных чешуекрылых в северном направлении выражен достаточно четко. Богатство локальных фаун подзоны средней тайги колеблется на уровне 60-65 коренных видов, составляя 75-80% от зональной фауны. В субарктических локальных фаунах этот показатель может достигать четырех десятков, но обычно варьирует в пределах 25-30 таксонов. Это 40-45% состава фауны лесотундры и южной тундры. Таким образом, в регионе количество видов *Rhopalocera* к северу уменьшается примерно в три-четыре раза. При этом надо отметить, что резкого снижения видового богатства при переходе из таежной зоны в Субарктику, что свойственно многим

группам наземных беспозвоночных, например, паукам и жукам-мертвоедам (Есюнин, 1994, 2000), у дневных чешуекрылых не происходит. Это хорошо заметно при сравнении видового богатства зональных фаун. Более того, в северной лесотундре и южной тундре видовое богатство даже немного увеличивается (рис. 4) за счет значительной доли температурных видов, населяющих интразональные местообитания. В юго-восточной части Большеземельской тундры и на Полярном Урале оно достигает почти 60% видового состава *Rhopalocera*. Причина этого – упоминавшийся «экотонный эффект» географического уровня, когда на стыке двух поясов накладываются температурный и арктический (в широком смысле) наборы видов, что и ведет к увеличению видовой насыщенности *Rhopalocera*. Заметное падение

видового богатства группы наблюдается при переходе в типичную тундру, т.е. примерно на 68-69° с.ш.

На фоне отчетливого снижения видового богатства дневных чешуекрылых с юга на север в отдельных семействах общей тенденции изменения их удельного веса (доли от общего числа видов) в локальных фаунах не наблюдается. Более равномерное распределение долей на широтном градиенте демонстрирует семейство *Pieridae*. Слабо выраженный тренд снижения удельного веса характеризует *Nesperiidae*, однако при переходе в тундровую зону уровень их видового богатства скачкообразно падает. У *Lycaenidae* отрицательная тенденция выражена отчетливее, но в Заполярье у них также происходит резкое снижение числа видов в локальных фаунах.

У нимфалид и сатирид, напротив, удельный вес в локальных фаунах к северу возрастает. Особенно отчетливо данный тренд заметен у второго семейства. Происходит это за счет увеличения доли видов, относящихся к родам *Oeneis* и *Erebia*, которые лидируют в родовой структуре мировой арктической фауны *Rhopalocera* (Чернов, 2006). У нимфалид прирост удельного веса в северных локальных фаунах связан с родом *Clossiana*, также богато представленным в высоких широтах Земного шара.

### Зональные фауны

Зональные категории фаун очень широко используют в эколого-географических исследованиях жи-

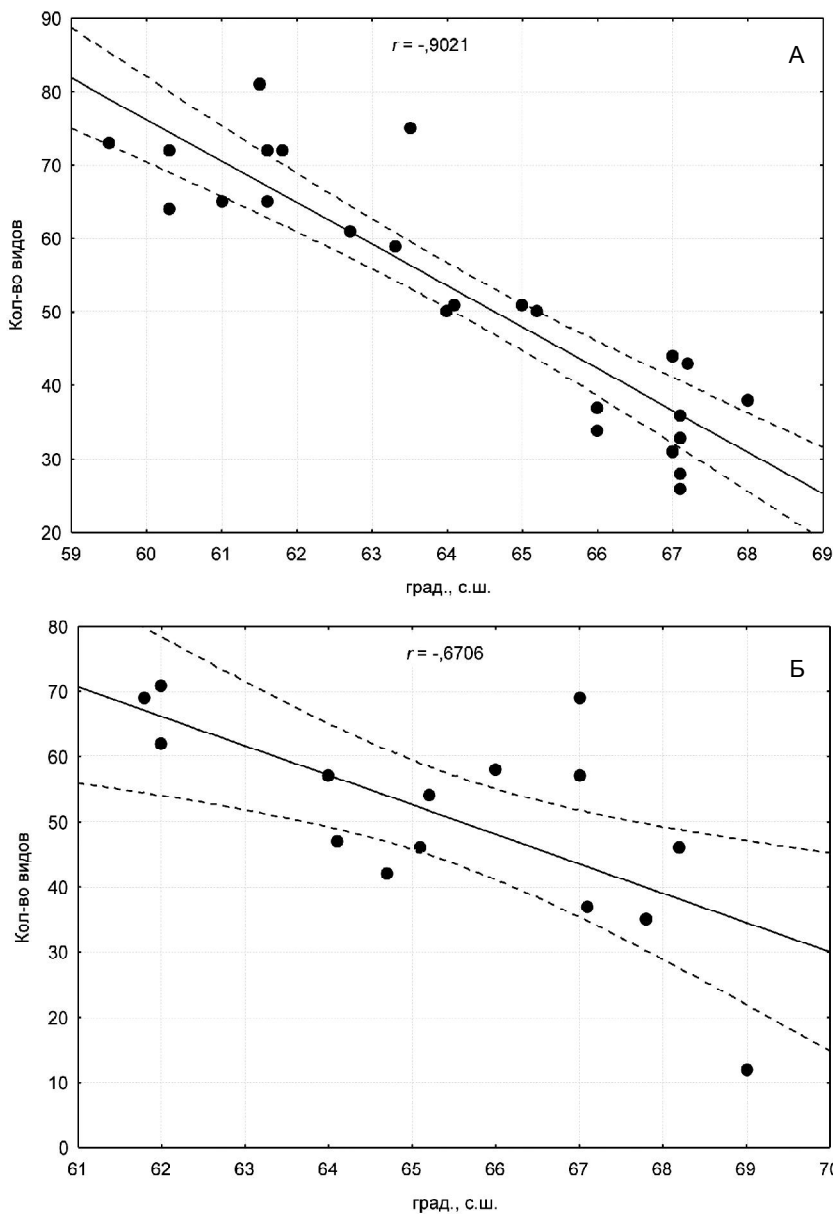


Рис. 3. Связь видового богатства локальных фаун дневных чешуекрылых с широтой местности на северо-востоке Русской равнины (А) и в северных областях Урала (Б).  $r$  – коэффициент корреляции Спирмена ( $p < 0.05$ ).

вотного мира, хотя границы фаунистических комплексов и ареалов отдельных видов далеко не всегда совпадают с установленными природно-зональными рубежами. Прежде всего, зональные фауны удобны для представления и восприятия обобщенной информации о составе, количественном соотношении видов, наборе географических и ландшафтно-биотопических элементов изучаемой группы животных в рамках известного и очерченного природно-территориального комплекса. Рассмотрим «геотаксономический портрет» фаун *Rhopalocera* каждой из подзон и полос растительности изучаемого региона (Чернов, 1975).

**Арктическая тундра.** Состав и особенности ландшафтно-биотопического распределения дневных чешуекрылых этой подзоны растительности изучены слабо, однако нет никакого сомнения, что для нее характерен крайне обедненный вариант фауны. По литературным сведениям (Кузнецов, 1925; Gorbunov, 2001), сборам А.А. Колесниковой, Н. Зубриной, в арктических тундрах Новой Земли и Вайгача встречается четыре-пять видов *Rhopalocera* – *Colias tyche*, *C. nastes* (?), *Clossiana polaris*, *C. chariclea*, *C. improba*. Характерно полное отсутствие сатирид, хотя нельзя исключать, что на Вайгаче могут быть обнаружены гемиарктические *Erebia fasciata*, *E. rossii*, *Oeneis polixenes*, а также перламутровка *Boloria alaskensis*. Гипоарктический элемент дневных чешуекрылых в подзоне арктической тундры также не выявлен, но вполне возможно нахождение немногочисленных локальных популяций отдельных видов, которые сохранились как дериваты топических группировок кустарниковых тундр с периодов термических оптимумов среднего и позднего голоцена. К таковым видам мы относим перламутровок *Clossiana frigga*, *C. freija*, у которых в заболоченных интразональных сообществах и в местообитаниях с благоприятной экспозицией растет основное кормовое растение гусениц – *Rubus chamaemorus*, а также развивающуюся на осоках чернушку *Erebia disa*.

**Типичная тундра.** К 2015 г. в типичной тундре Печорской провинции и Пай-Хоя было зарегистрировано около 20 видов дневных чешуекрылых, три-четыре из которых надо относить к категории сезонных мигрантов. Известно, что в каждой из подзон тундры существует весьма четко очерченная группа характерных для нее видов (Чернов, 1986). Это свойственно и дневным чешуекрылым. Подобными «эмблемными» видами подзоны типичных тундр европейского северо-востока России являются арктические перламутровки *Clossiana chariclea* и *C. improba*, доминирующие по обилию в большинстве зональных местообитаний (табл. 2). В состав фоновых видов входят также перламутровка *Boloria alaskensis* и чернушки *Erebia fasciata*, *E. rossii*. На фоне общей обедненности видового состава гипоарктические виды в типичной тундре являются весьма

заметным элементом лепидоптерофауны, хотя их популяционные группировки здесь очень немногочисленны. В зональных местообитаниях встречаются перламутровки *Clossiana freija* и *C. frigga*, желтушка *Colias palaeno*, чернушка *Erebia disa*. В южной полосе подзоны типичных тундр Югорского п-ова зарегистрированы перламутровка *Clossiana eunomia*, сатириды *Oeneis bore*, *O. (norna) patrushevae*. К сожалению, пока очень мало собрано информации о структуре интразональных топических группировок дневных чешуекрылых типичной тундры. В пойменных ивняках южной окраины Пай-Хоя обнаружены немногочисленные голубянка *Plebeius optilete*, перламутровка *Issoria eugenia*, *Clossiana selene*, сеница *Coenonympha tullia*.

Негативной особенностью фауны *Rhopalocera* восточноевропейской типичной тундры (по аналогии с понятием «негативные особенности флоры» (Юрцев, 1978) является отсутствие дифференциальных видов, в том числе в фаунах Печорской и Пай-Хойской ландшафтных провинций. Однако это заключение провизорное по причине слабой изученности данной территории.

**Южная тундра.** Фауна дневных чешуекрылых южных (кустарниковых) тундр Русской равнины и Урала с учетом сезонных мигрантов насчитывает более 70 видов. Таким образом, уровень видового богатства дневных чешуекрылых здесь возрастает по сравнению с типичной тундрой почти в три раза. Появляются новые таксоны на уровне семейств (Hesperiidae) и родов (*Anthocharis*, *Lycaena*, *Polyommatus*, *Euphydryas*, *Issoria* и др.), усиливается удельный вес родов *Clossiana*, *Erebia*, *Oeneis*.

Эмблемными видами *Rhopalocera* рассматриваемой подзоны растительности являются представители гипоарктического ландшафтно-зонального комплекса: желтушка *Colias palaeno*, голубянка *Plebeius optilete*, перламутровки *Clossiana eunomia*, *C. freija*, *C. frigga*, сатириды *Erebia disa*, *Oeneis bore* и *Oe. norna*. Весьма заметным элементом видовых группировок дневных чешуекрылых южной тундры остаются гемиаркты. В восточноевропейской кустарниковой тундре они представлены в полном составе, однако в число фоновых видов входят лишь чернушки *Erebia fasciata* и *E. rossii*.

Характерной чертой подзоны южных тундр является большой удельный вес в составе ее биоты не арктических элементов (Чернов, 1978, 1986; Ольшванг, 1980). Например, во флоре восточной части Большеземельской тундры доля бореальных видов составляет 30-40% (Ребристая, 1977). Доля интразональных и лесных *Rhopalocera*, включая северобореальные виды, здесь доходит до 60%. Все они тесно связаны с ивняками разнотравными, пойменными лугами и экстразональными редколесьями и редианами, а плакорные тундровые биотопы почти не заселяют. Для некоторых ви-



Таксономический «портрет» зональных фаун дневных чешуекрылых европейского северо-востока России

Зона, подзона, полоса растительности	Ведущие роды	Фоновые виды природных сообществ	
		Зональных	Интразональных
Тундра			
Арктическая	<i>Clossiana</i> (3)	<i>Clossiana polaris</i> , <i>C. chariclea</i>	?
Типичная	<i>Clossiana</i> (4-6)	<i>Clossiana chariclea</i> , <i>C. improba</i> , <i>Boloria alaskensis</i> , <i>Erebia fasciata</i> , <i>E. rossii</i>	?
Южная	<i>Clossiana</i> (13), <i>Erebia</i> (6-7)	<i>Colias palaeno</i> , <i>Plebeius optilete</i> , <i>Clossiana freija</i> , <i>C. frigga</i> , <i>Erebia disa</i> , <i>E. rossii</i> , <i>E. fasciata</i> , <i>Oeneis bore</i> , <i>Oe. norma</i>	<i>Erebia euryale</i> <sup>1</sup> , <i>E. jeniseiensis</i> <sup>2</sup> , <i>Issoria eugenia</i> <sup>1</sup> , <i>Clossiana angarensis</i> , <i>C. thore</i> , <i>C. selene</i>
Лесотундра			
	<i>Clossiana</i> (8), <i>Erebia</i> (5-6)	<i>Colias palaeno</i> , <i>Plebeius optilete</i> , <i>Boloria aquilonaris</i> , <i>Clossiana freija</i> , <i>C. eunomia</i> , <i>Coenonympha tullia</i> , <i>Erebia disa</i> , <i>E. embla</i> , <i>Oeneis jutta</i>	<i>Pieris napi</i> , <i>Erebia euryale</i> , <i>Clossiana selene</i>
Тайга			
Крайнесеверная	<i>Clossiana</i> (7-8), <i>Erebia</i> (4)	<i>Clossiana freija</i> , <i>C. eunomia</i> , <i>Boloria aquilonaris</i> , <i>Erebia embla</i> , <i>Colias palaeno</i> , <i>Plebeius optilete</i> , <i>Oeneis jutta</i>	<i>Erebia euryale</i> , <i>E. ligea</i> , <i>Clossiana selene</i> , <i>C. euphrosyne</i> , <i>Pieris napi</i>
Северная	<i>Clossiana</i> (7-8)	<i>Erebia euryale</i> , <i>E. ligea</i> , <i>Colias palaeno</i> , <i>Plebeius optilete</i>	<i>Erebia euryale</i> , <i>E. ligea</i> , <i>Clossiana eunomia</i> , <i>C. selene</i> , <i>C. euphrosyne</i> , <i>Boloria aquilonaris</i> , <i>Erebia embla</i> , <i>Colias palaeno</i> , <i>Oeneis jutta</i> , <i>Pieris napi</i> , <i>Brenthis ino</i> , <i>Polyommatus semiargus</i>
Средняя	<i>Clossiana</i> (7-8)	<i>Erebia euryale</i> , <i>E. ligea</i> , <i>Aporia crataegi</i> , <i>Leptidea sinapis</i>	<i>Erebia euryale</i> , <i>E. ligea</i> , <i>Clossiana selene</i> , <i>C. euphrosyne</i> , <i>Boloria aquilonaris</i> , <i>Colias palaeno</i> , <i>Pieris napi</i> , <i>Brenthis ino</i> , <i>Polyommatus semiargus</i> , <i>P. icarus</i>
Южная	<i>Clossiana</i> (5-6), <i>Lycaena</i> (5)	<i>Erebia ligea</i> , <i>Aporia crataegi</i> , <i>Leptidea sinapis</i>	<i>Erebia euryale</i> , <i>E. ligea</i> , <i>Clossiana selene</i> , <i>C. euphrosyne</i> , <i>Pieris napi</i> , <i>Brenthis ino</i> , <i>Polyommatus semiargus</i> , <i>P. icarus</i> , <i>Melitaea athalia</i> , <i>Euphydryas maturna</i>

<sup>1</sup> На Урале и в Приуралье; <sup>2</sup> на равнине. В скобках указано число видов в ведущих родах.

дов характерна высокая численность. Например, перламутровки *Issoria eugenia*, *Clossiana selene*, чернушка *Erebia jeniseiensis* в ряде локалитетов Большеземельской тундры и Полярного Урала по относительному обилию не уступают гипоарктическим видам.

Как отмечают исследователи (Чернов, 1986), особенности видового состава сообществ южных тундр в разных секторах Арктики во многом определяют леса, с которыми они граничат. На европейском северо-востоке России это ельники с богатым набором лесных видов, что обуславливает большую долю бореальных элементов в составе южнотундровой биоты. Однако в отношении дневных чешуекрылых, крайне слабо заселяющих темнохвойные лесные сообщества, данная зависимость не столь очевидна. На наш взгляд, здесь гораздо значительнее роль гидрографического фактора. А.П. Шенников (1940) обращал внимание на важное «коридорное» значение речных долин в расселении растений. В полной мере это относится и к дневным чешуекрылым. Преимущественно меридионально направленная р. Пе-

чора и ее крупнейшие притоки, берущие свое начало в тундровой зоне (реки Шапкина, Лая, Уса и впадающие в нее Воркута, Сейда, Б. Роговая, Адзъва, Колва), а на Полярном Урале и в Приуралье еще реки Кара, Сибирчатояха и Силоваяха с притоками, формируют развитую сеть пойменных местообитаний, благодаря которым в восточноевропейской южной тундре поддерживается относительно высокий уровень видового богатства интразональных и лесных Rhopalocera. Мы уже отмечали, что локальные фауны территорий с крупными речными артериями гораздо богаче видами и имеют более «южный» облик. Кроме того, плотность арктических и гипоарктических ландшафтно-зональных элементов здесь также заметно выше. В таких локалитетах может быть сосредоточено до 90% всего видового состава южнотундровой фауны.

Нет сомнения в том, что большое разнообразие неарктических видов дневных чешуекрылых в южной тундре европейского северо-востока России во многом определено региональными историческими факторами и, в частности, связано с

голоценовыми термическими оптимумами, когда лесные сообщества продвигались до побережья Баренцева и Печорского морей. В периоды похолоданий представители температурной лепидоптерофауны выживали в пойменных местообитаниях и островных редколесьях. Последующие потепления облегчали закрепление, способствовали развитию их популяций. Подобный сценарий предлагается для элементов бореальной флоры (Тихомиров, 1941; Морозов, 1989) и может адекватно объяснить распространение в восточноевропейской южной тундре таких температурных чешуекрылых, как личиниды *Lycaena phlaeas*, *L. helle*, *L. hippothoe*, *Celastrina argiolus*, *Cupido minimus*, *Plebeius idas*, перламутровки *Clossiana selene*, *C. thore*, чернушки *Erebia euryale*, *E. jeniseiensis*, геспериды *Carterocephalus palaemon*, *C. silvicolus*, *Hesperia comma*. В настоящее время большую роль в активном освоении интразональными и лесными видами тундровых территорий играет антропогенный фактор.

Долготные провинциальные различия южнотундровой фауны *Rhopaloscega* на европейском северо-востоке России выражены весьма отчетливо. Дифференциальными видами южной тундры Полярного Урала являются представители горного ландшафтно-зонального комплекса с дизъюнктивным распространением на севере Азии: сатириды *Erebia dabanensis*, *E. callias*, *E. kifersteini*, *Oeneis ammon*, *Oe. melissa*, *Oe. polixenes*, перламутровка *Clossiana tritonia*, а также желтушка *Colias tyche* и европейская аркто-альпийская толстоголовка *Pyrgus andromedae*. О долготных отличиях южной тундры Печорской и Канинско-Тиманской провинций пока судить сложно по причине слабой изученности лепидоптерофауны. В широтном аспекте дифференциальным видом восточноевропейской южной тундры можно считать чернушку *Erebia jeniseiensis*.

**Лесотундра** является переходной полосой между тундровой и таежной зонами растительности, а ее своеобразие заключается в сосуществовании бореальных и гипоарктических элементов биоты (Чернов, 1978). В фауне дневных чешуекрылых здесь отсутствуют эваркты, из гемиярктных в незначительной численности, чаще на Урале и в Приуралье, встречаются только чернушки *Erebia rossii* и *E. fasciata*. Доминирование по численности в зональных сообществах переходит к гипоаркто-бореальным и севернобореальным видам. Кроме того, на плакорных участках появляются некоторые

широко распространенные лесные виды (*Anthocharis cardamines*, *Callophrys rubi*, *Clossiana selene*, *Erebia euryale*), в южной тундре занимавшие интразональные местообитания. Пойменные сообщества заселены в основном широко лесными и интраполюзональными чешуекрылыми.

Видов, которые были бы ограничены в своем распространении только лесотундровой полосой, среди дневных чешуекрылых нет. Однако здесь проходит южная граница распространения большинства типичных гипоарктов.

В подзонах **крайнесеверной и северной тайги** зарегистрировано более 50 и около 70 видов днев-

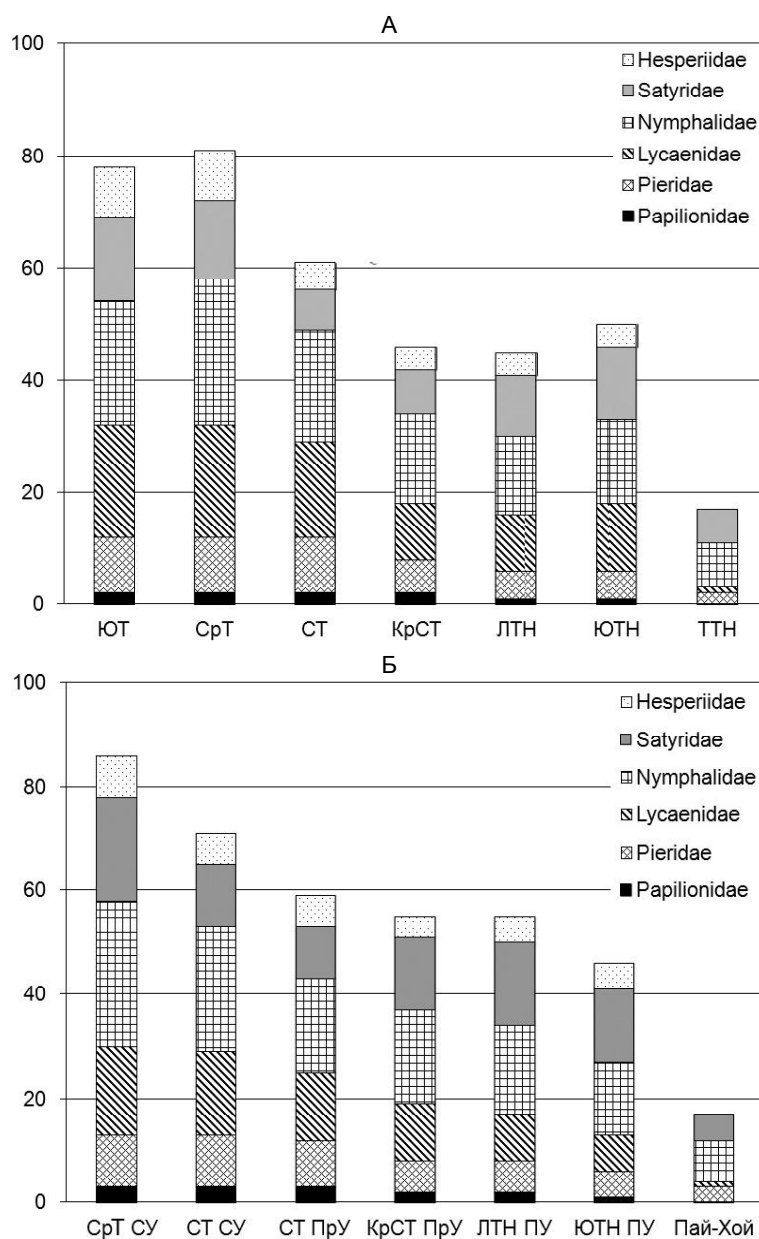


Рис. 4. Изменение таксономического состава булавоусых чешуекрылых на широтном градиенте северо-востока Русской равнины (А) и северных областей Урала (Б).

По вертикали обозначено число видов, по горизонтали: ЮТ – южная тайга; СрТ – средняя тайга; СТ – северная тайга; КрСТ – крайнесеверная тайга; ЛТН – лесотундра; ЮТН – южная тундра; ТТН – типичная тундра; СУ – Северный Урал; ПрУ – Приполярный Урал; ПУ – Полярный Урал.

ных чешуекрылых соответственно. Относительно небольшая сомкнутость древесного яруса, состав мохово-лишайникового, травяно-кустарничкового и травяного покрова лесов обуславливают присутствие и доминирование на плакорах гипоаркто-бореальных, а также северно-бореальных чешуекрылых. Заметно возрастает представленность на водоразделах широко лесных видов. Собственно гипоарктические виды исчезают, за исключением *Erebia disa*, которую можно обнаружить на сфагновых болотах. Пойменные местообитания заселяют в основном температурные интрастено- и интраполюзональные виды.

**Среднетаежная** фауна булавоусых чешуекрылых отличается не только высоким уровнем видового богатства (более 90 видов), но и ярко выраженной приуроченностью видов к интразональным сообществам. Почти 90% ее состава связано с пойменными и болотными местообитаниями. Лишь представители широко лесной и отчасти суббореальной лесной групп находят на плакорах подходящие для обитания условия, однако специфичными представителями зональных темнохвойных сообществ они не являются.

В настоящее время на среднетаежных водоразделах наблюдается интенсивное расширение местообитаний булавоусых чешуекрылых за счет антропогенного фактора: вырубки коренных лесов, строительства коммуникаций, в меньшей степени за счет использования земель в качестве сельхозугодий.

Распределение в подзоне средней тайги таких видов, как *Thecla betulae*, *Fixsenia pruni*, *Lycaena phlaeas*, *Cupido alcetas*, *C. minimus*, *Neptis rivularis*, *N. sappho*, *Euphydryas ichnea* носит фрагментарный, можно сказать, осколочный характер. Данные чешуекрылые наряду с *Driopa mnemosyne*, *Clossiana thore*, очевидно, являются здесь остаточными элементами неморальной фауны термического максимума в среднюю фазу суббореального периода голоцена 4300-3200 лет назад (Никифорова, 1982). Считать их сезонными мигрантами нет никаких оснований, так как у них существуют, пусть изолированные и малочисленные, но устойчивые популяционные группировки. Не прослеживается связь освоения тайги этими видами с антропогенной трансформацией природных сообществ в новейшее время. Обращает на себя внимание и тот факт, что перечисленные чешуекрылые встречаются в районах с возвышенным рельефом (Тиманский кряж, Северные Увалы, Жежим-Парма, Очпарма, Немская возвышенность и др.), где много скалистых речных берегов, обрывов, выходов известняков и коренных пород. Связь реликтовых элементов с подобными местообитаниями широко известна среди растений и животных (Чернов, 1975; Морозов, 1989). Для группы дневных чешуекрылых это показано, например, для карстовых форм рельефа Беломоро-Кулойского плато (Болотов, 2004).

В северной полосе **южной тайги** состав, видовое богатство и хорологические отношения булавоусых чешуекрылых в сравнении с подзоной средней тайги не претерпевают значительных изменений. Здесь выявлено почти 90 видов, среди которых закономерно увеличивается доля представителей суббореальных групп. Кроме того, в южной тайге в настоящее время наблюдается интенсивное освоение видами плакорных участков за счет увеличения площадей вторичных площадей луговых местообитаний и значительной антропогенной трансформации лесных сообществ. Гипоаркто-бореальные и северно-бореальные виды дневных чешуекрылых здесь имеют узколокальную приуроченность к сфагновым болотам и не являются заметным элементом в фауне.

### Заключение

На территории исследуемого региона выявлено 136 видов дневных чешуекрылых, при этом таксономическая структура фауны дневных чешуекрылых европейского северо-востока России весьма разнообразна: шесть семейств, 16 подсемейств, 15 триб, 12 подтриб, 51 род и 40 подродов. Поэтому можно обоснованно заключить, что региональная фауна *Diurna* выявлена достаточно полно. Слабо изученными в лепидоптерологическом отношении районами пока остаются Пай-Хой и Югорский п-ов, Тиманская и Малоземельская тундры, требуются дополнительные исследования на п-ове Канин, островах Вайгач, Колгуев, архипелаге Новая Земля, в южнотаежной провинции Северных Увалов, в полосе лесотундры и на северной окраине Полярного Урала.

Уровень 110-120 постоянно обитающих видов и 10-15 регулярных мигрантов, очевидно, близок к максимуму разнообразия дневных чешуекрылых в условиях региона. Это косвенно подтверждается накопленными сведениями о видовом богатстве и таксономической структуре фаун *Diurna* других аркто-бореальных регионов Евразии и Северной Америки (Scott, 1986; Чернов, 2006).

### ЛИТЕРАТУРА

- Болотов, И. Н. Многолетние изменения фауны булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, *Diurna*) северной тайги на западе Русской равнины / И. Н. Болотов // Экология. – 2004. – № 2. – С. 141-147.
- Городков, К. Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесной зоны Европейской части СССР / К. Б. Городков // Ареалы насекомых Европейской части СССР. – Л.: Наука, 1984. – С. 2-21.
- Есюнин, С. Л. Разнообразие фауны пауков Урала: географическая изменчивость / С. Л. Есюнин, В. Е. Ефимик // Успехи соврем. биол. – 1994. – Т. 114. – Вып. 4. – С. 415-427.
- Есюнин, С. Л. Тренды разнообразия жуков-мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) на Урале / С. Л. Есюнин, В. О. Козьминых // Зоол. журн. – 2000. – Т. 79. – Вып. 2. – С. 171-179.
- Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России / Под ред. С. Ю. Синева. – СПб.-М.: Т-во научн. изданий КМК, 2008. – 424 с.

Корб, С. К. Каталог булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Papilioniformes) бывшего СССР. 2-е издание, переработанное и дополненное / С. К. Корб, Л. Г. Большаков // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. – Тула: Гриф и К, 2011. – Отд. вып. 2. – 124 с.

Кузнецов, Н. Я. Some new Eastern and American elements in the fauna Lepidoptera of Polar Europa / Н. Я. Кузнецов // Докл. АН СССР. – 1925. – Серия А. – С. 119-122.

Макаров, К. В. Локальная фауна жукелиц (Coleoptera, Carabidae) как объект изучения (на примере карабидофауны Приэльтонья) / К. В. Макаров, А. В. Маталин // Виды и сообщества в экстремальных условиях. – М.: София: Т-во научн. изданий КМК-Pensoft, 2009. – С. 353-374.

Малышев, Л. И. Количественный анализ флоры: пространственное разнообразие, уровень видового богатства и репрезентативность участков обследования / Л. И. Малышев // Бот. журн. – 1975. – Т. 60. – Вып. 11. – С. 1537-1550.

Маршрутный визуальный учет имаго булавоусых чешуекрылых (проект методики) / Н.Г. Челинцев // Бюл. МОИП. – Отд. биол. – 2002. – Т. 107. Вып. 4. – С. 66-69.

Морозов, В. В. О некоторых флористических рубежах в свете новых находок на востоке Большеземельской тундры и на западном макросклоне Полярного Урала / В. В. Морозов, А. Н. Кулиев // Бот. журн. – 1989. – Т. 74. – № 3. – С. 339-350.

Морозова, О. В. Пространственные тренды таксономического богатства сосудистых растений Восточной Европы / О. В. Морозова // Виды и сообщества в экстремальных условиях. – М.-София: Т-во научн. изданий КМК-Pensoft, 2009. – С. 296-317.

Никифорова, Л. Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока Европейской части СССР / Л. Д. Никифорова // Развитие природы в позднем плейстоцене и голоцене территории СССР. – М.: Наука, 1982. – С. 154-162.

Ольшванг, В. Н. Насекомые Полярного Урала и Приобской тундры / В. Н. Ольшванг // Фауна и экология насекомых Приобского Севера. – Свердловск: Изд-во УрНЦ АН СССР, 1980. – С. 3-37.

Ребристая, О. В. Флора востока Большеземельской тундры / О. В. Ребристая. – Л.: Наука, 1977. – 334 с.

Сергеев, М. Г. Закономерности распространения прямокрылых насекомых Северной Азии / М. Г. Сергеев. – Новосибирск: Наука, 1986. – 237 с.

Тихомиров, Б. А. О лесной фазе в последлениковой истории растительности севера Сибири и ее реликтах в современной тундре / Б. А. Тихомиров // Материалы по истории флоры и растительности СССР. – М.-Л., 1941. – Вып. 1. – С. 315-374.

Толмачев, А. И. Богатство флор как объект сравнительного изучения / А. И. Толмачев // Вестн. Ленингр. ун-та. – 1970. – № 9. – С. 71-83.

Толмачев, А. И. Введение в географию растений / А. И. Толмачев. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. – 244 с.

Чернов, Ю. И. Природная зональность и животный мир суши / Ю. И. Чернов. – М.: Мысль, 1975. – 222 с.

Чернов, Ю. И. Структура животного населения Субарктики / Ю. И. Чернов. – М.: Наука, 1978. – 167 с.

Чернов, Ю. И. Южные тундры в системе зонального деления / Ю. И. Чернов, Н. В. Матвеева // Южные тундры Таймыра. – Л.: Наука, 1986. – С. 192-204.

Чернов, Ю. И. Биологическое разнообразие и климат / Ю. И. Чернов, Л. Д. Пенев // Успехи соврем. биол. – 1993. – Т. 113. – Вып. 5. – С. 515-531.

Чернов, Ю. И. Дневные бабочки в фауне Арктики / Ю. И. Чернов, А. Г. Татаринцев // Зоол. журн. – 2006. – Т. 85. – Вып. 10. – С. 1205-1229.

Шенников, А. П. К ботанической географии лесного северо-востока европейской части СССР / А. П. Шенников // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. – 1940. – Сер. 3. – Вып. 4. – С. 35-46.

Шмидт, В. М. Статистические методы в сравнительной флористике / В. М. Шмидт. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 176 с.

Юрцев, Б. А. Мониторинг биоразнообразия на уровне локальных флор / Б. А. Юрцев // Ботан. журн. – 1997. – Т. 82. – Вып. 6. – С. 60-70.

Юрцев, Б. А. Флористическое ограничение в разделении Арктики / Б. А. Юрцев, А. И. Толмачев, О. В. Ребристая // Арктическая флористическая область. – Л.: Наука, 1978. – С. 9-104.

Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758 / Van Nieuwerkerken van E. J., L. Kaila, I. J. Kitching, N. P. Kristensen, D. C. Lees, J. Minet, Ch. Mitter, M. Mutanen, J. C. Regier, Th. J. Simonsen, N. Wahlberg, Sh.-H. Yen, R. Zahiri, D. Adamski, J. Baixeras, D. Bartsch, Bengt E. Bengtsson, J. W. Brown, S. R. Bucheli, D. R. Davis, De J. Prins, De W. Prins, M. E. Epstein, P. Gentili-Poole, C. Gielis, P. Hattenschwiler, A. Hausmann, J. D. Holloway, A. Kallies, O. Karsholt, A. Y. Kawahara, Sjaak (J.C.) Koster, M. V. Kozlov, J. D. Lafontaine, G. Lamas, J.-F. Landry, S. Lee, M. Nuss, K.-T. Park, C. Penz, J. Rota, A. Schintlmeister, B. Ch. Schmidt, J.-Ch. Sohn, M. A. Solis, G. M. Tarmann, A. D. Warren, S. Weller, R. V. Yakovlev, V. V. Zolotuhin, A. Zwick // Zootaxa. – 2011. – № 3148. – P. 212-221.

Gorbunov, P. Y. The butterflies of Russia: classification, genitalia, keys for identification (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea) / P. Y. Gorbunov. – Ekaterinberg: Thesis, 2001. – 320 p.

Penev, L. Concrete biotas – a neglected concept in biogeography? / L. Penev // Global Ecology and Biogeography. – 1997. – Vol. 6. – P. 91-96.

Pollard, E. A method for assessing changes in the abundance of butterflies / E. Pollard // Biol. Conserv. – 1977. – V. 12. – No 2. – P. 115-134.

Scott, J.A. The Butterflies of North America. A natural History and Field Guide / J.A. Scott. – Stanford, 1986. – 583 pp.

## STRUCTURE AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF BUTTERFLIES (LEPIDOPTERA, RHOPALOCERA) IN THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA

A.G. Tatarinov, O.I. Kulakova

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

**Abstract:** The article describes structure and spatial organization of butterflies fauna in the north-east of the Russian Plain and in northern regions of the Ural mountains. The data on species richness and structure of local and zonal fauna identified main trends of taxonomic diversity.

**Key words:** butterflies, local fauna, zonal fauna, European North-East of Russia

## К ФАУНЕ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA, APIDAE, BOMBUS LATR.) ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Н.И. Филиппов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар  
E-mail: [filippov@ib.komisc.ru](mailto:filippov@ib.komisc.ru)

**Аннотация.** В виде аннотированного списка представлены результаты исследования шмелей таежной зоны Республики Коми за 2004–2015 гг. Всего в таежной зоне отмечено 33 вида шмелей из 36, известных с территории республики.

**Ключевые слова:** шмели, фауна, таежная зона, Республика Коми

**Введение**

В литературе известны лишь две научные работы, в которых содержатся краткие аннотированные списки шмелей, обитающих на территории Республики Коми (Производительные силы..., 1953; Седых, 1974). Полные аннотированные списки представителей рода *Bombus*, встречающихся в таежной зоне республики, отсутствуют. В связи с этим актуально обобщение всей накопленной к данному моменту времени информации.

В основу аннотированного списка положены оригинальные данные, полученные автором в период с 2004 по 2015 г. Насекомых собирали при помощи энтомологического сачка методом безвыборочного вылова всех встреченных особей шмелей в каждом конкретном местообитании. Данный подход технически соответствует методу индивидуального безвыборочного сбора видов «на исчерпание популяции», который используют для исследований насекомых-опылителей (Песенко, 1972; Татаринцов, 2001). Определение видовой принадлежности насекомых выполняли с помощью определителей (Løken, 1973; Определитель..., 1978). Виды подрода *Psithyrus* определяли по А. Løken (1984). Использованы также коллекционные материалы из зоологического музея Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Музея природы г. Ухты, частично ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург), а также литературные источники.

Подродовая и видовая систематика шмелей приведены по сводкам Williams (1998, 2008), Cameron et al. (2007) и каталогу мировой фауны шмелей (Species...). Для некоторых видов в списке указаны синонимы, под которыми они упоминаются в литературе. Источники литературы приведены, если данный вид не был отмечен нами или отсутствует в коллекциях. Пункты сбора материала перечислены в порядке их расположения при продвижении с севера на юг и с запада на восток. При наличии оригинальных данных для каждого вида шмелей указаны растения, с которыми у него имеются консорционные связи. Значком (\*) обозначены виды, занесенные в Красную книгу Республики Коми (2009).

**Аннотированный список видов**

Подрод *KALLOBOMBUS* Dalla Torre, 1880

1. *Bombus soroensis* (Fabricius, 1776) – средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Места находок: оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», пос. Щельяюр, заказник «Пижемский», пос. Том, заказник «Белая Кедва», г. Ухта (Седых, 1974), пос. Селэгвож, с. Кучмозерье, пос. Серегово, с. Коччойяг, с. Небдино, заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Шошка, с. Визинга. Шмели обитают на лугах и в мелколиственных лесах. Отмечено питание на *Aconitum septentrionale*<sup>1</sup>, *Amoria repens*, *Bistorta major*, *Chamaenerion angustifolium*, *Cirsium heterophyllum*, *Geranium pratense*, *Geum rivale*, *Lathyrus pratensis*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *Salix* sp., *Solidago virgaurea*, *Trifolium pratense*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*, *Vicia sepium*.

Подрод *SUBTERRANEOBOMBUS* Vogt, 1911

2. *Bombus distinguendus* Morawitz, 1869 – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга. Места находок: г. Инта, р. Тобыш, г. Печора (Седых, 1974), заказник «Пижемский», пос. Том, заказник «Белая Кедва», пос. Кослан, дер. Кривушево, пос. Селэгвож, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Сойвинский», с. Небдино, Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Вильгорт, с. Визинга, с. Палауз, с. Койгородок, р. Кобра, с. Летка, дер. Прокопьевка. Встречается на болотах, пойменных лугах, скальных обнажениях и в мелколиственных лесах. Питание шмелей отмечалось на следующих растениях: *Amoria repens*, *Bistorta major*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Inula britannica*, *Lathyrus pratensis*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *Salix* sp., *Serratula coronata*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*, *Vicia sepium*.

Подрод *MEGABOMBUS* Dalla Torre, 1880

3. *Bombus hortorum* (Linnaeus, 1761) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга, При-

<sup>1</sup> Названия сосудистых растений приведены по сводке С.К. Черепанова (1995).

полярный Урал. Пункты находок: дер. Васькино, с. Мутный Материк, г. Инта, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», пос. Щельяюр, г. Печора (Седых, 1974), заказник «Пижемский», пос. Том, дер. Латьюга, заказник «Белая Кедва», пос. Кослан, с. Глотова, пос. Усогорск, дер. Едва, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Сойвинский», пос. Серегово, с. Гам, с. Небдино, Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказник «Белоярский», с. Дон, г. Сыктывкар, с. Визинга, с. Палауз, дер. Седтыдор, с. Койгородок, р. Кобра, с. Летка, дер. Прокопьевка. Шмели зарегистрированы на пойменных лугах, скальных обнажениях и мелколиственных лесах. Установлены их консорционные связи со следующими растениями: *Aconitum septentrionale*, *Astragalus frigidus*, *Bistorta major*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Delphinium elatum*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Epipactis atrorubens*, *Geranium pratense*, *Geum rivale*, *Gymnadenia conopsea*, *Inula britannica*, *Lamium album*, *Rosa acicularis*, *Serratula coronata*, *Salix sp.*, *Thymus talijevii*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*.

4. *Bombus consobrinus* Dahlbom, 1832 – средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Имеются находки из следующих мест: оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), г. Инта, г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», пос. Щельяюр, заказник «Пижемский», дер. Латьюга, пос. Селэгвож, заказник «Белая Кедва», пос. Усогорск, Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Вежа-Вожский», заказник «Сойвинский», заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга. Места обитания: пойменные луга, мелколиственные леса. Факты питания отмечены на растениях *Aconitum septentrionale*, *Astragalus frigidus*, *A. subpolaris*, *Bistorta major*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Delphinium elatum*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Geranium pratense*, *Geum rivale*, *Inula britannica*, *Lamium album*, *Ribes nigrum*, *Rubus idaeus*, *Serratula coronata*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Veronica longifolia*.

*Bombus ruderatus* (Fabricius, 1775) – указывается для Полярного Урала (Седых, 1974), но, скорее всего, это ошибка в определении, так как область распространения вида располагается южнее и на севере ограничивается лесостепной зоной.

Подрод *THORACOBOMBUS* Dalla Torre, 1880

5. *Bombus laesus* Morawitz, 1875 = *B. mocsaryi* Kriechbaumer, 1877 – средняя тайга. Обнаружен в с. Усть-Кулом (Седых, 1974), г. Сыктывкар, с. Визинга (Седых, 1974). Представители вида были отловлены на *Serratula coronata*.

6. \**Bombus muscorum* (Linnaeus, 1758) – средняя и северная тайга. Имеются данные из г. Ухта (Седых, 1974), пос. Серегово (Седых, 1974), заказника «Белоярский», г. Сыктывкар, с. р. Кобра. Обитает на пойменных лугах и болотах на *Veronica chamaedrys*.

7. *Bombus ruderarius* (Muller, 1776) = *B. derhamella* (Kirby, 1802) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга. Места находок: дер. Васькино, Ухтинский район (Седых, 1974), пос. Усогорск, Княжпогостский район (Седых, 1974), Троицко-Печорский район (Седых, 1974), г. Сыктывкар, с. Визинга, с. Койгородок, р. Кобра, с. Летка. Встречается на лугах на растениях *Amaroria repens*, *Chamaenerion angustifolium*, *Geum rivale*, *Trifolium pratense*, *Vicia sepium*.

8. *Bombus veteranus* (Fabricius, 1793) = *B. equestris* F. (1793) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга. Имеются данные из следующих мест: р. Тобыш, заказник «Пижемский», с. Картаель, заказник «Седьюский», пос. Усогорск, дер. Кривушево, заказник «Сойвинский», с. Гам (Седых, 1974), с. Небдино, Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, дер. Гарья, с. Визинга, дер. Седтыдор, р. Кобра, с. Летка, дер. Прокопьевка. Обитает на болотах, лугах, скальных обнажениях и в мелколиственных лесах. Зарегистрированы консорционные связи со следующими растениями: *Bistorta major*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion latifolium*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Inula britannica*, *Lamium album*, *Lathyrus pratensis*, *Rhinanthus minor*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Rosa acicularis*, *Salix sp.*, *Serratula coronata*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*, *Vicia cracca*.

9. *Bombus deuteronymus* Schulz, 1906 – южная и средняя тайга. Места сборов: с. Выльгорт, с. Визинга, р. Кобра. Шмели отловлены на пойменных лугах на *Cirsium heterophyllum*, *Geum rivale*, *Lathyrus pratensis*, *Rosa acicularis*, *Solidago virgaurea*, *Trifolium pratense*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*.

10. *Bombus humilis* Illiger, 1806 = *B. helferanus* Seidl (1837), = *B. solstitialis* Panzer (1805 or 1806) – средняя тайга. Шмели отмечены в окрестностях г. Ухта (Седых, 1974), г. Сыктывкар, с. Визинга (Седых, 1974). Шмелей ловили на *Geum rivale* и *Serratula coronata*.

11. *Bombus pascuorum* (Scopoli, 1763) = *B. agrorum* (Fabricius, 1787) = *B. smithianus* White, 1851 – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Вид широко распространен на территории таежной зоны республики. Известны следующие места находок: оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), дер. Васькино, г. Инта, г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», с. Усть-Цильма (Седых, 1974), пос. Щельяюр,

г. Печора (Седых, 1974), заказник «Пижемский», пос. Том, дер. Латьюга, заказник «Белая Кедва», пос. Усогорск, с. Глоново, г. Ухта, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Сойвинский», с. Небдино, с. Дон, с. Ульяново, заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, с. Объячево, с. Палауз, дер. Седтыдор, р. Кобра, с. Летка, дер. Прокопьевка. Обитает на болотах, пойменных лугах, скальных обнажениях, в мелколиственных и хвойных лесах. Шмели отловлены при питании на *Angelica archangelica*, *A. sylvestris*, *Astragalus frigidus*, *A. subpolaris*, *Bistorta major*, *B. vivipara*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Empetrum* sp., *Epipactis atrorubens*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Heracleum sibiricum*, *Inula britannica*, *Lamium album*, *Lonicera pallasii*, *Melampyrum nemorosum*, *Oxycoccus palustris*, *Padus avium*, *Polemonium boreale*, *Rhinanthus minor*, *Rhodiola rosea*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Rubus chamaemorus*, *R. idaeus*, *R. saxatilis*, *Salix* sp., *Sanguisorba officinalis*, *Sedum purpureum*, *Serratula coronata*, *Taraxacum officinale*, *Thymus talijevii*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Veronica spicata*.

12. \**Bombus schrencki* Morawitz, 1881 – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Материал имеется из следующих точек: оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», заказник «Пижемский», дер. Латьюга, заказник «Белая Кедва», г. Ухта (Седых, 1974), заказник «Седьюский», пос. Кослан, заказник «Вежа-Вожский», заказник «Сойвинский», с. Небдино, заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, р. Кобра, с. Летка, дер. Прокопьевка. Обитает на лугах, болотах, скальных обнажениях и в мелколиственных лесах. Шмели питались на *Astragalus frigidus*, *A. subpolaris*, *Bistorta major*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Crepis sibirica*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Epipactis atrorubens*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Inula britannica*, *Lamium album*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*, *Ribes nigrum*, *Rubus arcticus*, *Salix* sp., *Sanguisorba officinalis*, *Serratula coronata*, *Taraxacum officinale*, *Thymus talijevii*, *Vaccinium myrtillus*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*, *V. spicata*.

Подрод *PSITHYRUS* Lepelletier, 1832

13. *Bombus rupestris* (Fabricius, 1793) – южная, средняя и северная тайга. Места находок: г. Ухта (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, с. Летка. Клептопаразит *Bombus (Th.) veteranus*. Обитает в хорошо прогреваемых биотопах, таких как луга и мел-

колиственные леса. Питается на *Geum rivale* и *Veronica longifolia*.

14. *Bombus campestris* (Panzer, 1801) – средняя и северная тайга. Отмечен на лугах в окрестностях г. Ухта (Седых, 1974) и дер. Кочнойяг. Клептопаразит *Bombus (Th.) pascuorum* и *Bombus (Kl.) sorocensis*.

15. *Bombus bohemicus* Seidl, 1838 – средняя и северная тайга. Места сборов: дер. Латьюга, г. Ухта (Седых, 1974), р. Йирва, с. Глоново, пос. Кослан, заказник «Сойвинский», пос. Троицко-Печорск (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, с. Летка. Особи данного вида встречались на пойменных лугах и в мелколиственных лесах на следующих растениях: *Astragalus subpolaris*, *Chamaenerion angustifolium*, *Geum rivale*, *Lathyrus pratensis*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Vicia sepium*. Клептопаразит *Bombus (Bo. s. str.) lucorum*.

16. *Bombus barbutellus* (Kirby, 1802) = *B. maxillosus* Klug in Germar, 1817 – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга. Известны следующие места находок: оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), Ухтинский район (Седых, 1974), пос. Усогорск, Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Симвинский», Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, с. Летка. Нами отмечен на лугах и в светлых мелколиственных лесах. По последним данным (Лесосц et al., 2011), *Bombus maxillosus* является южной формой *B. barbutellus*. Выявлены его консорционные связи с *Amoria repens*, *Bistorta major*, *Chamaenerion angustifolium*, *Cirsium heterophyllum*, *Geranium pratense*, *Lathyrus pratensis*, *Solidago virgaurea*. Является клептопаразитом *Bombus (Mg.) hortorum*, *Bombus (St.) distinguendus* и *Bombus (Pr.) pratense*.

17. *Bombus flavidus* Eversmann, 1852 = *B. lisonurus* (Thomson, 1872) – средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Места находок: оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», пос. Щельяюр, заказник «Пижемский», заказник «Белая Кедва», г. Ухта (Седых, 1974), пос. Усогорск, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», заказник «Сойвинский», заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, дер. Седтыдор. Обитает на болотах, лугах и скальных обнажениях, в светлых лиственных лесах. Шмели питаются на *Amoria repens*, *Angelica archangelica*, *A. sylvestris*, *Bistorta major*, *B. vivipara*, *Campanula rotundifolia*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Crepis sibirica*, *Dendranthema zawadskii*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Heracleum sibiricum*, *Inula britannica*, *Lathyrus pratensis*, *Ribes nigrum*, *Thymus talijevii*,

*Valeriana wolgensis*, *Veronica longifolia*, *Vicia sepium*. Паразитирует в гнездах *Bombus* (*Pr.*) *pratense*.

18. *Bombus norvegicus* (Sparre-Schneider, 1918) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга. Известен из окрестностей г. Усинска, р. Тобыш, г. Ухты (Седых, 1974), пос. Селэгвож, р. Йирва, заказника «Белоярский», г. Сыктывкара, дер. Седтыдор, р. Кобра. Характерен для пойменных лугов и лиственных лесов. Отмечены факты питания на следующих видах растений: *Angelica archangelica*, *A. sylvestris*, *Amoria repens*, *Bistorta major*, *B. vivipara*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Heracleum sibiricum*, *Inula britannica*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Thymus talijevii*, *Veronica longifolia*, *Vicia cracca*.

19. *Bombus quadricolor* (Lepeletier, 1832) = *B. globosus* (Eversmann, 1852) – средняя и северная тайга. В работе К.Ф. Седых (1974) из с. Визинга указаны *Bombus* (*Ps.*) *quadricolor* и *Bombus* (*Ps.*) *globosus* в качестве самостоятельных видов, но согласно современным работам по систематике шмелей (Williams, 1998), они сведены в один таксон.

20. *Bombus sylvestris* (Lepeletier, 1832) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга. Места сбора материала: г. Усинск, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), г. Печора, заказник «Пижемский», заказник «Белая Кедва», г. Ухта, пос. Селэгвож, р. Йирва, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, дер. Седтыдор, с. Летка. Обитает на пойменных лугах, лесных опушках, мелколиственных лесах на растениях *Angelica sylvestris*, *Bistorta major*, *B. vivipara*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Cirsium heterophyllum*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Lathyrus pratensis*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *Solidago virgaurea*, *Vicia cracca*.

Подрод *PYROBOMBUS* Dalla Torre, 1880

21. *Bombus lapponicus* (Fabricius, 1793) – крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. В таежной зоне Республики Коми зарегистрирован в окрестностях оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), г. Инты, г. Усинска, по р. Тобыш, на территории памятника природы «Лемвинский». Встречается на пойменных лугах и болотах, питается на растениях *Angelica archangelica*, *A. sylvestris*, *Bistorta major*, *B. vivipara*, *Castilleja arctica* subsp. *vorkutensis*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Cirsium heterophyllum*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Lathyrus pratensis*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*, *Pentaphylloides fruticosa*, *Pleurospermum uralense*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *Salix sp.*, *Solidago virgaurea*, *Thymus talijevii*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*, *Vicia cracca*, *V. sepium*, *Viola tricolor*.

22. *Bombus hypnorum* (Linnaeus, 1758) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга. Места находок: оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), дер. Васькино, г. Инта, г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», пос. Щельяюр, г. Печора, заказник «Пижемский», пос. Том, дер. Латьюга, заказник «Белая Кедва», Ухтинский район (Седых, 1974), пос. Усогорск, р. Йирва, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Сойвинский», Троицко-Печорский район (Седых, 1974), с. Небдино, с. Усть-Кулом (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, дер. Седтыдор, р. Кобра, с. Летка. Встречается на болотах, лугах, скальных обнажениях и в различных типах леса. Выявлены консорционные связи со следующими видами растений: *Amoria repens*, *Astragalus subpolaris*, *Bistorta major*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *Geranium pratense*, *Geum rivale*, *Inula britannica*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon autumnalis*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Rosa acicularis*, *Salix sp.*, *Serratula coronata*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Vaccinium uliginosum*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*.

23. \**Bombus modestus* Eversmann, 1852 – средняя тайга. Известен из Сосногорского и Ухтинского районов (Болотов, Колосова, 2007), окрестностей Сыктывкара. Отмечен в мелколиственных лесах.

24. *Bombus pratorum* (Linnaeus, 1761) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Материал имеется из следующих мест: оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), г. Инта, г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», пос. Щельяюр, заказник «Пижемский», пос. Том, заказник «Белая Кедва», с. Глотова, пос. Усогорск, с. Кучмозерье, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», заказник «Сойвинский», с. Небдино, Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, дер. Гарья, с. Визинга, дер. Седтыдор, р. Кобра, с. Летка. Шмелей отмечали на болотах, пойменных лугах, скальных обнажениях и в различных типах леса на растениях *Amoria repens*, *Arcrostaphylos uva-ursi*, *Aster alpinus*, *Astragalus subpolaris*, *Bistorta major*, *B. vivipara*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Dendranthema zawadskii*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Epipactis atrorubens*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Inula britannica*, *Lamium album*, *Lathyrus pratensis*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *Salix sp.*, *Serratula coronata*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Veronica spicata*, *Vicia sepium*, *Viola tricolor*.



25. *Bombus jonellus* (Kirby, 1802) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Места сбора материала: дер. Васькино, оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), с. Мутный Материк, г. Инта, г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», г. Печора, заказник «Пижемский», пос. Щельяур, пос. Том, дер. Латьюга, заказник «Белая Кедва», с. Глотова, пос. Кослан, р. Йирва, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Сойвинский», пос. Серегово, с. Айкино, с. Небдино, Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, дер. Седтыдор, с. Палауз, р. Кобра, с. Летка, дер. Прокопьевка. Встречается на болотах, пойменных лугах, опушках лесов, скальных обнажениях. Шмели питаются на растениях *Amoria repens*, *Angelica archangelica*, *A. sylvestris*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Aster alpinus*, *Bistorta major*, *B. vivipara*, *Campanula rotundifolia*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Empetrum sp.*, *Epipactis atrorubens*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Gymnadenia conopsea*, *Heracleum sibiricum*, *Inula britannica*, *Lathyrus pratensis*, *Ledum palustre*, *Leontodon autumnalis*, *Lonicera palasii*, *Oxycoccus palustris*, *Pleurospermum uralense*, *Polemonium boreale*, *Rhinanthus minor*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Rubus chamaemorus*, *R. idaeus*, *Salix sp.*, *Sanguisorba officinalis*, *Sedum purpureum*, *Serratula coronata*, *Taraxacum officinale*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Valeriana wolgensis*, *Veronica spicata*, *Viola tricolor*.

26. *Bombus cingulatus* Wahlberg, 1854 – южная, средняя и северная тайга. Места находок: оз. Нижне-Маерское, р. Тобыш, памятник природы «Лемвинский», оз. Волочанское, пос. Щельяур, г. Ухта (Седых, 1974), заказник «Седьюский», пос. Усогорск, заказник «Вежа-Вожский», заказник «Сойвинский», пос. Серегово, с. Небдино, заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, р. Кобра, с. Летка, дер. Прокопьевка. Обитает на болотах, пойменных лугах, скальных обнажениях и в мелколиственных лесах. Шмели питаются на растениях следующих видов: *Amoria repens*, *Bistorta major*, *Cirsium heterophyllum*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon autumnalis*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *Salix sp.*, *Serratula coronata*, *Solidago virgaurea*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*, *Vicia cracca*.

Подрод *ALPINOBOMBUS* Skorikov, 1914

27. *Bombus balteatus* Dahlbom, 1832 = *B. tristis* Sparre-Schneider in Friese, 1902 – северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Встречается в поймах рек и ручьев, на болотах, на скальных обнажениях. Южнее крайнесеверной тайги

этот вид проникает по Уралу и Тиманскому краю. Известные места находок в таежной зоне: пос. Юсьтыдор, г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», заказник «Пижемский», дер. Латьюга, заказник «Белая Кедва». Отмечено питание на *Angelica archangelica*, *Bistorta major*, *Chamaenerion latifolium*, *Cirsium heterophyllum*, *Delphinium elatum*, *Geranium pratense*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *Salix sp.*, *Solidago virgaurea*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Veronica longifolia*.

Подрод *BOMBUS* in the strict sense Dalla Torre, 1880

28. \**Bombus sporadicus* Nylander, 1848 – средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. Места сборов: г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», пос. Щельяур, заказник «Пижемский», заказник «Белая Кедва», с. Глотова, пос. Усогорск, с. Кучмозерье, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Сойвинский», пос. Серегово, с. Небдино, Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, дер. Седтыдор. Шмели ловились на болотах, пойменных лугах, опушках лесов, скальных обнажениях и в мелколиственных лесах. Зарегистрированы консорционные связи со следующими видами растений: *Bistorta major*, *B. vivipara*, *Carduus crispus*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Epipactis atrorubens*, *Geranium pratense*, *G. sylvaticum*, *Geum rivale*, *Inula britannica*, *Lamium album*, *Lathyrus pratensis*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*, *Polemonium boreale*, *Ribes nigrum*, *Rosa acicularis*, *Rubus idaeus*, *Salix sp.*, *Serratula coronata*, *Taraxacum officinale*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*, *Vicia cracca*, *Viola tricolor*.

29. *Bombus terrestris* (Linnaeus, 1758) – южная и средняя тайга. Известные места находок: заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга (Седых, 1974), дер. Прокопьевка. На пойменных лугах.

30. *Bombus lucorum* (Linnaeus, 1761) – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга, Приполярный Урал. В подзоне средней тайги материал собирался из многих мест: оз. Нижне-Маерское (северная часть заказника «Океан»), дер. Васькино, г. Инта, г. Усинск, р. Тобыш, оз. Волочанское (южная часть заказника «Океан»), памятник природы «Лемвинский», пос. Щельяур, заказник «Пижемский», пос. Том, заказник «Белая Кедва», с. Глотова, пос. Усогорск, р. Йирва, заказник «Седьюский», заказник «Вежа-Вожский», Княжпогостский район (Седых, 1974), заказник «Сойвинский», пос. Серегово, с. Небдино, Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказ-

ник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, р. Кобра, с. Летка, дер. Прокопьевка. Болота, пойменные луга, опушки лесов, скальные обнажения. Кормовые растения: *Aconitum septentrionale*, *Amoria repens*, *Angelica archangelica*, *A. sylvestris*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Bistorta major*, *Carduus crispus*, *Castilleja arctica subsp. vorkutensis*, *Chamaenerion angustifolium*, *C. latifolium*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Delphinium elatum*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Epipactis atrorubens*, *Geranium pratense*, *Geum rivale*, *Gymnadenia conopsea*, *Inula britannica*, *Lamium album*, *Lathyrus pratensis*, *Ledum palustre*, *Melampyrum nemorosum*, *Oxycoccus palustris*, *Padus avium*, *Pentaphylloides fruticosa*, *Rhinanthus minor*, *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *Rosa acicularis*, *Rubus idaeus*, *Salix sp.*, *Sedum purpureum*, *Serratula coronata*, *Taraxacum officinale*, *Thymus talijevii*, *Trifolium pratense*, *Trollius europaeus*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Veronica chamaedrys*, *V. longifolia*, *V. spicata*, *Viola tricolor*, *V. cracca*, *V. sepium*.

31. *Bombus patagiatus* Nylander, 1848 – средняя тайга. Шмели отловлены в следующих точках: оз. Волочанское, с. Небдино, с. Дон, г. Сыктывкар, с. Визинга, дер. Седьдор. Обитает на пойменных лугах на *Geum rivale* и *Rosa acicularis*.

Подрод *MELANOBOMBUS* Dalla Torre, 1880

32. *Bombus sichelii* Radoszkowski, 1859 – южная, средняя, северная и крайнесеверная тайга. Известны следующие места находок: дер. Васькино, с. Мутный Материк, Ухтинский район (Седых, 1974), пос. Усогорск, Княжпогостский район (Седых, 1974), пос. Серегово, Усть-Куломский район (Седых, 1974), заказник «Белоярский», г. Сыктывкар, с. Визинга, с. Койгородок, р. Кобра, с. Летка. Встречается на пойменных лугах и опушках леса. Шмели питаются на *Amoria repens*, *Astragalus frigidus*, *Geum rivale*, *Trifolium pratense*, *Veronica longifolia*.

Подрод *CULLUMANOBOOMBUS* Vogt, 1911

33. *Bombus semenoviellus* Skorikov, 1910 – средняя тайга. Вид встречен в окрестностях оз. Во-

лочанское, заказника «Сойвинский» и г. Сыктывкар. Обитает на лугах и скальных обнажениях. Выявлены консорционные связи с *Chamaenerion angustifolium* и *Epipactis atrorubens*.

*Bombus cullumanus* (Kirby, 1802) = *B. serrisquata* Morawitz, 1888 – указывается в работе «Производительные силы Коми АССР» (1953). По нашему мнению, приводится ошибочно, так как ареал вида на севере ограничен лесостепью.

Таким образом, на данный момент на территории таежной зоны Республики Коми отмечен 31 вид шмелей из 36, известных для всего региона. Сведения об обитании двух видов сомнительны. Северные границы их ареалов проходят по лесостепи, нами в процессе целенаправленных исследований они не зарегистрированы. Самыми широко распространенными и многочисленными видами в таежной зоне республики являются *Bombus distinguendus*, *B. hortorum*, *B. hypnorum*, *B. jonellus*, *B. lucorum*, *B. pascuorum*, *B. pratorum*. Именно они формируют облик фауны шмелей исследованной территории. К числу редких и малочисленных видов относятся *B. campestris*, *B. deuteronymus*, *B. humilis*, *B. laesus*, *B. modestus*, *B. muscorum*, *B. rupestris*, *B. quadricolor*, *B. semenoviellus*, среди которых три вида – клептопаразиты, популяции еще трех видов находятся на границе областей их распространения. Оставшиеся виды повсеместно имеют низкую численность.

К числу основных консортов шмелей в тайге относятся растения из семейств Onagraceae, Fabaceae, Rosaceae, Geraniaceae, Grossulariaceae, Scrophulariaceae и Asteraceae, что в целом типично для севера европейской части России.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы НИР отдела экологии животных «Животный мир европейского северо-востока России в условиях хозяйственного освоения и изменения окружающей среды», номер государственной регистрации РК 115012860088, номер ФАНО (ИСГЭ) 0414-2014-0006.



Шмель спорадический – *Bombus sporadicus* (слева); шмель полевой – *B. pratorum* (фото А.Г. Татарина).

ЛИТЕРАТУРА

- Болотов, И. Н. Локальные фауны шмелей (Hymenoptera: Apidae, Bombini) европейского Севера России: Южный Тиман / И. Н. Болотов, Ю. С. Колосова // Вестник Поморского университета. Серия «Естественные и точные науки». – 2007. – № 1 (11). – С. 28-39.
- Определитель насекомых европейской части СССР / К. В. Арнольди, Г. М. Длусский, Н. В. Курзенко, А. С. Лелей, М. Н. Никольская, А. З. Осычнюк, Д. В. Панфилов, А. А. Пономарева, В. В. Пулавский, В. И. Тобиас; отв. ред. А. А. Стрелков, И. М. Лихарев. – Л.: Зоологический Институт, 1978. – Т. 3. – Ч. 1. – 584 с.
- Песенко, Ю. А. К методике количественного учета насекомых-опылителей / Ю. А. Песенко // Экология. – 1972. – Вып. 1. – С. 89-95.
- Производительные силы Коми АССР / Под ред. Н. А. Остроумова. – М.-Л., 1953. – Т. III. – Ч. 2. – 376 с.
- Седых, К. Ф. Беспозвоночные / К. Ф. Седых // Животный мир Коми АССР. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1974. – 188 с.
- Татаринов, А. Г. Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых на европейском Северо-Востоке России / А. Г. Татаринов, М. М. Долгин; отв. ред. М. М. Долгин. – СПб.: Наука, 2001. – 244 с.
- Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 517 с.
- A simplified subgeneric classification of the bumblebees (genus *Bombus*) / P. H. Williams, S. A. Cameron, H. M. Hines, B. Cederberg, P. Rasmont // *Apidologie*. – 2008. – № 39. – P. 1-29.
- Cameron, S. A. A comprehensive phylogeny of the bumble bees (*Bombus*) / S. A. Cameron, H. M. Hines, P. H. Williams // *Biological Journal of the Linnean Society*. – 2007. – № 91. – P. 161-188.
- Loken, A. Studies on Scandinavian Bumblee Bees / A. Loken // *Norcks ent. Tidsskr.* – 1973. – P. 1-218.
- Loken, A. Scandinavian species of the genus *Psithyrus* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae) / A. Loken // *Entomol. Scandinavica*. – 1984. – Vol. 23. – P. 1-45.
- Molecular and chemical characters to evaluate species status of two cuckoo bumblebees: *Bombus barbutellus* and *Bombus maxillosus* (Hymenoptera, Apidae, Bombini) / T. Lecocq, P. Lhomme, D. Michez, S. Dellicour, I. Valterova, P. Rasmont // *Systematic Entomology*. – 2011. – № 36. – P. 453-469.
- Species world-wide listed by old and new subgenera // *Bombus* [Электронный ресурс]. – London. – Режим доступа: [www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/bombus/subgenericlist.html](http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/bombus/subgenericlist.html).
- Williams, P. H. An annotated checklist of the bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini) / P. H. Williams // *Bull. of the Nat. Hist. Mus. Ent. Ser.* – 1998. – Vol. 67. – № 1. – P. 79-152.

**FAUNA OF BUMBLEBEES (HYMENOPTERA, APIDAE, BOMBUS LATR.)  
IN THE TAIGA ZONE OF THE KOMI REPUBLIC**

**N.I. Filippov**

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktывkar*

*Annotation.* Results of research of bumblebees of the Komi Republic taiga zone in 2004-2015 are presented in the form of an annotated species list. Totally, 33 from 36 bumblebee species known in the Komi Republic were registered in the taiga zone.

*Key words:* bumblebees, fauna, taiga zone, the Komi Republic

## МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 57.084.1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ ЛАБОРАТОРНОЙ ПРАКТИКИ (НЛП, *GLP*) ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ВИВАРИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙО.В. Раскоша<sup>1,2</sup>, А.И. Кичигин<sup>1</sup><sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар<sup>2</sup> Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина, Сыктывкар  
E-mail: [raskosha@ib.komusc.ru](mailto:raskosha@ib.komusc.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные требования *GLP* (*Good Laboratory Practice*) к обустройству и проектированию вивариев, содержанию животных, а также к организации работы испытательных центров.

**Ключевые слова:** принципы надлежащей лабораторной практики, *GLP*, обустройство вивариев, требования к содержанию животных, испытательный центр, научные исследования

Принципы надлежащей лабораторной практики (*Good Laboratory Practice, GLP*) – это международная система правил и требований к лабораториям, которые занимаются изучением воздействия новых химических веществ на окружающую среду и здоровье человека (ГОСТ 33044-2014). Главная цель *GLP* состоит в том, чтобы обеспечить получение надежных результатов путем реализации системы качества организационного процесса и условий, при которых планируются, проводятся и контролируются неклинические исследования безопасности продукта, документируются и архивируются данные и составляются отчеты (Добротная..., 2009).

В настоящее время эти правила и требования применяются во многих странах мира как обязательный стандарт качества при проведении доклинических исследований, что позволяет обеспечить стандартизацию исследований и взаимное признание полученных результатов. Начало этому было положено в 1976 г., когда агентство по лекарствам и пищевым продуктам Министерства здравоохранения и социальных служб США (*Food and Drug Administration, FDA* или *USFDA*) предложило разработать единые правила надлежащей лабораторной практики. Поводом послужила серия скандалов, связанных с фальсификацией результатов лабораторных испытаний фармакологическими компаниями. Уже в 1979 г. *GLP* стала обязательным требованием для фармацевтических лабораторий на территории США. В 1981 г. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР, *Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD*) также сформулировала международные принципы *GLP*, выполнение которых является обязательным для лабораторий всех стран-участниц этой организации. Таким образом, на сегодняшний день существуют две основные системы *GLP*, незначительно отличающиеся друг от друга – принятая в США система *GLP FDA* и система *GLP* ОЭСР. Боль-

шинство центров, осуществляющих неклинические исследования в соответствии с принципами *GLP*, находится в США (около 200 коммерческих и более 50 университетских центров (лабораторий)).

В последние годы и перед Россией встала задача приведения лабораторий к международным стандартам, в частности, к стандартам *GLP* – таким было одно из условий присоединения нашей страны к ОЭСР. В 2010 г. опубликован ГОСТ 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики», который предназначен «для применения при проведении неклинических испытаний объектов, содержащихся в лекарственных средствах, пестицидах, косметической продукции, ветеринарных препаратах, пищевых и кормовых добавках, а также химических веществ промышленного назначения». Согласно этим принципам, цель испытаний состоит в том, чтобы получить надежные и воспроизводимые данные о свойствах испытуемых объектов и/или о их безопасности для здоровья людей и/или окружающей среды. В этом же году опубликовано первое российское руководство, содержащее гармонизированные с международными стандартами требования к использованию в неклинических исследованиях качественных животных и валидированных альтернативных моделей (Руководство..., 2010). В декабре 2012 г. вышло распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении Национальной программы реализации принципов надлежащей лабораторной практики ОЭСР в деятельности российских испытательных центров (лабораторий) в области неклинических лабораторных исследований». Годом позже официальным органом по мониторингу лабораторий и подготовке инспекторов была объявлена Федеральная служба по аккредитации («Росаккредитация»), утвержден ряд ГОСТов (ГОСТ 31881-2012–ГОСТ 31891-2012), которые являются переводами соответствующих документов ОЭСР. Несмотря на то, что в

2014 г. процесс вступления Российской Федерации в ОЭСР приостановлен, деятельность по стандартизации лабораторий по требованиям *GLP* продолжает развиваться. С 1 августа 2015 г. введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации ГОСТ 33044-2014 «Принципы надлежащей лабораторной практики», в котором в отличие от предыдущего (ГОСТ 53434-2009) приводятся пояснения для пользователей в части назначения и применения принципов *GLP*.

На сегодняшний день в России нет обязательного требования по проведению доклинических исследований именно в лабораториях, аккредитованных по стандартам *GLP*, однако, реализуется курс на то, чтобы как можно больше лабораторий имели этот статус. Одной из первых в России сертификат *GLP* получила лаборатория биологических испытаний (ФГБУН Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН). Руководитель этой лаборатории А. Мурашев считает, что исследования можно качественно выполнять и не по стандарту *GLP*, но если они выполнены по стандарту, то потенциально результаты могут принимать во всех странах ОЭСР, а это реальный выход на международный рынок (Курская, 2014).

Проанализировав доступную нам литературу по этой теме и приняв участие в работе семинара «Доклинические исследования. Современные тенденции и проблемы. *GLP* в виварии», который проводила фирма ООО «Фармбилайн» (30 марта 2016, г. Москва), мы также пришли к заключению, что при создании современного вивария, а с учетом исследований, которые планируется проводить на его базе, то и в целом испытательного центра, необходимо руководствоваться основными принципами лабораторной практики, основанными на международных стандартах. В данной статье представлены некоторые требования к обустройству вивария и организации исследовательской работы по принципам *GLP*. Следует отметить, что это лишь попытка разобраться в многообразии правил, норм и методических указаний, которые необходимо соблюдать в случае, если виварий претендует на соответствие этим стандартам. Ряд не менее важных вопросов остался за рамками этой публикации, некоторые из них освещены в статьях и книгах, авторами которых пройден сложный путь становления и обустройства *GLP*-лабораторий, в состав которых входят виварии или питомники (Murashov, 2006; Мошкин, 2008).

Согласно Руководству по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях (Руководство..., 2010), правила *GLP* определяют технологию проведения доклинических испытаний, связанных с опреде-

лением безопасности исследуемого вещества, и включают в себя:

- требования к организации испытаний;
- требования к личному составу исследователей;
- требования к помещениям, в которых проводятся испытания и содержатся животные;
- требования к качеству животных, условиям их содержания и кормления;
- требования к лабораторному оборудованию и к его калибровке;
- требования к испытываемому и контрольному веществу;
- требования к составлению и проведению подробной стандартной методики экспериментальных работ (стандартные операционные процедуры, СОП) и к порядку проведения испытаний (протокол);
- требования к регистрации данных и оформлению отчета;
- требования к службе контроля за качеством испытаний;
- стандартные методики экспериментальных работ.

**Требования к размещению, проектированию и оборудованию вивариев.** Одним из основных требований *GLP*, предъявляемым к экспериментально-биологическим лабораториям (вивариям), является правильное содержание, использование и гуманное обращение с животными (Хамидулина, 2012). Поэтому при содержании животных необходимо соблюдать требования к размещению, проектированию и оборудованию вивариев, приему и содержанию животных с учетом санитарно-гигиенических и биоэтических аспектов работы с лабораторными животными.

В соответствии с требованием СП 2.2.1.3218-14, при размещении вивария в лабораторном корпусе организации помещения вивария изолируют от помещений иного назначения, в том числе административных и бытовых помещений организации. Виварий оборудуют отдельным входом и автономными системами вентиляции. При размещении вивария на верхних этажах здания организации оборудуют отдельный лифт или отдельную лестницу. Важным является то, что при планировке и размещении помещений вивария обеспечивают соблюдение принципа разделения площадей на «чистые» и «грязные» помещения и предусматривают условия, исключающие встречные или перекрестные потоки перемещений оборудования, инвентаря, материалов, персонала вивария, лабораторных животных с различной степенью эпидемиологической опасности из «грязных» в «чистые» помещения. В составе «чистых» помещений предусматривают:

- помещения приема, карантина и адаптации вновь поступающих животных;
- помещения экспериментальных животных;

– операционную с предоперационной для экспериментальных работ, требующих особых условий;

- помещения хранения чистого (обеззараженного) инвентаря для ухода за животными (клеток, поилок, посуды для кормов, оборудования);
- помещение манипуляционной для изучения обменных процессов, взятия проб для анализа;
- помещения для хранения и приготовления кормов для животных;
- диагностический кабинет;
- помещение или оборудованная выделенная зона для испытуемых образцов (биологические материалы) и образцов сравнения.

В составе «грязных» помещений предусматривают:

- помещения изоляторов, предназначенные для содержания подозрительных по инфекционным заболеваниям животных или больных животных;
- помещение (или отделение) для мойки и дезинфекции оборудования и инвентаря;
- холодильное помещение или холодильная камера для сбора и хранения трупов животных, отходов;
- помещения для персонала вивария (душевая, туалет и гардеробная).

Помещения для содержания лабораторных животных оборудуют принудительной приточно-вытяжной вентиляцией, при этом устройство вентиляции должно исключать перетекание воздушных масс из «грязных» зон в «чистые» (Руководство..., 1996). В виварии обязательно наличие холодного и горячего водоснабжения с водой соответствующего качества (СанПиН 2.1.4.1074-01) и системы канализации, которая должна быть отдельной для отвода хозяйственно-бытовых стоков (от туалетов, душевых) и технологических стоков (от инженерно-технологического оборудования, трапов, моечного оборудования) (СП 2.2.1.3218-14).

Оборудование, находящееся в виварии и в целом в испытательном центре, необходимо эксплуатировать надлежащим образом, подвергать чистке, проверке и калибровке (о чем следует вести записи) для подтверждения того, что были обеспечены все контролируемые условия. Оборудование должно соответствовать государственным стандартам или требованиям *GLP* (ГОСТ 33044-2014).

Все вещества и реагенты следует маркировать надлежащим образом с указанием наименования, концентрации, срока годности и условий хранения. В соответствии с принципами *GLP*, касающимися тестируемых и стандартных объектов, должны быть соблюдены условия хранения и обращения с веществами для обеспечения их идентичности, стабильности, правильности подготовки доз для введения в тест-систему (Прин-

ципы..., 2012). Для предотвращения загрязнения в испытательном центре должны быть отдельные помещения или зоны для получения и хранения испытуемых и стандартных (контрольных) объектов (ГОСТ 33044-2014).

**Требования к содержанию животных.** В обширном своде нормативных актов, составляющих системы *GLP FDA* и *GLP OECD*, можно выделить три основных документа, регламентирующих содержание животных и использование их в экспериментах:

– Guide for the Care and Use of Laboratory Animals: Eighth Edition, 2011 (Руководство по уходу и использованию лабораторных животных),

– Европейская Конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18 марта 1986 г.) ETS N 123 с пересмотренным Приложением А (2006) (для европейских стран, не входящих в ЕС),

– Directive of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes, 2010/63/EU (для европейских стран, входящих в ЕС) (Директива Европейского парламента и Совета от 22 сентября 2010 г. о защите животных, используемых для научных целей, 2010/63/ЕС).

Аккредитацию питомников и вивариев на соответствие требованиям этих документов проводит созданная в 1965 г. организация по аттестации и аккредитации содержания лабораторных животных (Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International, <http://www.aaalac.org>). Как следует из официального сайта этой организации, к 2016 г. аккредитовано более 950 компаний, университетов, научно-исследовательских институтов, больниц и других учреждений в 41 стране. Из них в США расположено 662, в Китае – 58, Японии – 26, Южной Кореи – 19, во Франции – 19, в Индии – 17, на Тайване – 16, в ФРГ – 15, Великобритании – 9. В России аккредитацию прошли только два учреждения: НПП «Питомник лабораторных животных» и собачий питомник, принадлежащие филиалу Института биоорганической химии РАН в г. Пущино.

Постоянно возрастают требования к качеству лабораторных животных. Ежедневный уход за животными (санитарная обработка помещения и оборудования, раздача кормов, смена подстилок) должен осуществлять квалифицированный персонал. Лабораторным животным в питомнике и вивариях должны быть обеспечены:

- полноценные кормление и уход;
- поддержание нормального состояния здоровья;
- содержание в соответствующих для каждого вида нормативных условиях;

- возможность удовлетворения физиологических и поведенческих потребностей;
- ежедневный контроль условий содержания;
- быстрое устранение недостатков и факторов, могущих повлечь за собой стресс и страдания животных (Руководство..., 2010).

Прием животных в виварии производят из специализированных питомников, благополучных по инфекционным заболеваниям, при наличии на каждую партию животных ветеринарных свидетельств об отсутствии заболеваний, опасных для человека и животных (СП 2.2.1.3218-14). Все вновь поступившие в виварий животные должны быть осмотрены ветеринарным врачом и изолированы в помещения для карантина. Для мышей, крыс, хомяков, морских свинок карантинный период составляет 5-15 дней (Руководство..., 2010).

В течение всего года независимо от наружных погодных условий в помещениях для лабораторных животных необходимо поддерживать на требуемом уровне основные показатели микроклимата – температуру и влажность воздуха, кратность воздухообмена, давление и скорость движения воздуха, содержание в нем загрязняющих веществ, уровень шума, освещенность (ГОСТ 33044-2014). Поскольку в виварии Института биологии Коми НЦ УрО РАН предполагается и в дальнейшем содержать мышей, крыс и морских свинок, здесь мы приводим нормативы только для этих животных: температура воздуха 18-26 °С, относительная влажность 30-70%, кратность воздухообмена: вытяжка 8 объемов/ч, приток – 10-15 объемов/ч. В помещениях содержания животных должно быть искусственное освещение – яркость до 325 лк на расстоянии 1 м от пола, рекомендуется чередовать световой режим – 12 ч свет/12 ч темнота, шум до 85 дБ (Руководство..., 1996, 2010). Особей одного вида необходимо содержать

в отдельном помещении (в крайнем случае, на отдельных стеллажах) (Руководство..., 1996). При размещении животных необходимо строго соблюдать нормативы площади и высоты клетки (см. таблицу).

Полноценность корма, сбалансированность всех его компонентов является важнейшим условием, обеспечивающим здоровье животного, поддержание неспецифической резистентности его организма на высоком уровне. Корм для животных должен быть видоспецифичным, неконтаминированным, сбалансированным по питательному составу, не содержать токсичных агентов (ГОСТ-Р 50258-92). Гранулированный комбикорм следует хранить в сухих, чистых, хорошо проветриваемых, не зараженных амбарными вредителями и дикими грызунами складских помещениях, не имеющих посторонних запахов, при температуре +5 °С и влажности 50-60% (Руководство..., 2010). Обязателен свободный доступ животных к воде, которая может быть из водопровода (СанПиН 2.1.4.1074-01).

В качестве подстилки для крыс и мышей рекомендуется использовать опилки, стружки или мелкую щепу (длина 5-20 мм, толщина 1-2 мм) из экологически чистой древесины лиственных пород. Не допускается использовать подстилки из химически обработанной древесины, а также из древесины хвойных пород. Подстилку автоклавируют на поддонах при режиме 118 °С в течение 30 мин. Контактную подстилку в клетках, где содержатся крысы и мыши, меняют с периодичностью один раз в семь дней. Чистую подстилку рассыпают в клетки из расчета 0.5 л на 500 см<sup>2</sup> (Руководство..., 2010).

**Утилизация отходов.** Обработка и удаление отходов должны быть выполнены таким образом, чтобы не подвергать опасности животных и персонал при проведении исследований и не исказить их результаты. Для этого требуется обеспечить соответствующие условия для сбора, хранения и вывоза отходов, а также процедур их дезактивации и транспортировки (ФЗ № 89 от 24.06.1998; ГОСТ 33044-2014). Виварий должен быть обеспечен специальным оборудованием для дезинфекции клеток, инвентаря, а также условиями для сбора, хранения, удаления (утилизации) отходов и трупов животных (СП 2.2.1.3218-14).

**Гуманное отношение к животным** является основной целью принципов *GLP*. При планировании экспериментов на животных исследователь обязан руководствоваться принципами «трех R» (*replacement* – замена болезненных для животных экспериментов опытами, не причиняющими страданий; *reduction* – уменьшение числа опытов с животными; *refinement* – улучшение методики с целью об-

**Нормативы содержания животных в клетках (Руководство..., 1996)**

Животные	Масса, г	Площадь дна клетки на одно животное, см <sup>2</sup>	Высота, см
Мыши, полевки	<10	39	13
	До 15	52	13
	До 25	77	13
	>25	97	13
Самка мыши с потомством		330	13
Крысы	<100	110	18
	До 200	148	18
	До 300	187	18
	До 400	258	18
	До 500	387	18
	>500	452	18
Самка крысы с потомством		800	18
Морские свинки	<350	387	18
	>350	652	18

легчения страданий подопытных животных) (Руководство..., 2010). Комиссия по биоэтике может на основании СОП (стандартные операционные процедуры), выполняемых в лаборатории, контролировать и оценивать работу исследователей при проведении экспериментов. Все действия, которые могут причинить боль лабораторным животным (операции, тотальное обескровливание), проводят с использованием наркотизирующих средств. Если по условиям эксперимента противопоказано применение анестезии, то все вышеуказанные действия необходимо проводить в максимально короткий срок (Руководство..., 1996).

**Стандартизация лабораторных животных.** Получение надежных и воспроизводимых результатов экспериментов на лабораторных животных можно достигнуть лишь при соблюдении стандартности всех его слагаемых и условий проведения. В этом смысле лабораторное животное является наиболее уязвимым звеном в эксперименте (Каркищенко, 2005). Состояние лабораторного животного зависит от воздействия многочисленных экзогенных и эндогенных факторов, влияние которых не всегда бывает явным и регистрируемым. Среди них следует отметить, прежде всего, наследуемые особенности животных (генетические факторы), а также факторы биологической природы – вирусные, бактериальные инфекции и паразитические инвазии, которые могут не вызывать клинически явную картину заболевания. Поэтому для получения надежных и воспроизводимых результатов разработана стандартизация лабораторных животных по генетическому и микробиологическому статусу (Руководство..., 2010). Выбор животных определяется целью эксперимента. Так, при оценке токсикологического действия веществ, определения фармакологической активности удобно использовать конвекционных животных – чаще всего линейных (инбредных), для которых характерна генетическая однородность. Кроме того, в последнее время для производства вакцин, испытания новых фармакологических средств используют SPF (безмикробные) животных, для разведения и содержания которых требуется соблюдение более сложных условий (наличие барьерной системы).

В 1929 г. Кларенс Кук Литтл основал лабораторию, предназначенную для всестороннего изучения генетики мышей, которая сейчас известна как Джексонская лаборатория (*The Jackson Laboratory*). Эта лаборатория является крупнейшим в мире поставщиком практически любых генетических ресурсов лабораторных животных. Среди других крупных и надежных поставщиков лабораторных животных следует отметить компании Taconic Farms, Harlan Sprague Dawley Inc., Charles River Laboratories. В России крупными поставщиками лабораторных животных надлежащего качества являются НПП «Питомник лаборатор-

ных животных» (ИБХ РАН, г. Пущино), питомник в Новосибирском научном центре на базе ИЦиГ СО РАН, Федеральное государственное унитарное предприятие «Питомник лабораторных животных «РАППОЛОВО» и др. Известно более 25 тыс. линий и стоксов только лабораторных мышей. Информацию об этих животных можно найти в Международном регистре линий мышей (*International Mouse Strain Resource*, [www.find-mice.org](http://www.find-mice.org)).

В эколого-биологических исследованиях, проводимых сотрудниками Института биологии Коми НЦ УрО РАН, используют животных (полевки-экономки, рыжие полевки, пашенные полевки), отловленных в природных условиях. Следует отметить, что при работе с дикими животными необходимо выполнять ряд требований (СП 1.3.2322-08 и ГОСТ 31885-2012) и рекомендаций (Практическое..., 2004). Стандартизации по микробиологическому статусу данные животные не подлежат.

**Требования к персоналу и организации экспериментов на лабораторных животных.** Федерация европейских научных ассоциаций по лабораторным животным (*FELASA*) выделила четыре категории лиц, имеющих отношение к экспериментам на животных (которые не являются взаимоисключающими): категория А – лица, осуществляющие уход за животными; категория В – лица, проводящие эксперименты на животных; категория С – лица, ответственные за руководство экспериментами на животных; категория D – специалисты в области науки о лабораторных животных.

До начала каждого исследования должен быть разработан план в письменном виде (ГОСТ 33044-2014). План должен содержать полную информацию об исследовании, испытуемом и стандартном образце, методах испытаний, обоснование выбора тест-системы, уровнях доз и/или концентраций, частоте и продолжительности введения образца и др. Все методы, процедуры, манипуляции, выполняемые сотрудниками в испытательном центре, должны быть описаны в письменных утвержденных руководством документах (СОП), предназначенных для гарантии качества и полноты данных, полученных в процессе исследования. Персонал, занятый в экспериментах, должен знать и владеть СОП, необходимыми для работы. Все отклонения от СОП следует документировать и рассматривать их влияние на качество получаемых результатов. Неукоснительное соблюдение СОП помогает избежать ошибок, обучать персонал, корректировать существующую практику, ускорять процедуры, устанавливать правила документации получаемых данных (Принципы..., 2012). По окончании каждого исследования должен быть подготовлен заключительный отчет с полной информацией об исследовании.



Согласно стандартам *GLP*, квалификация каждого сотрудника должна быть подтверждена документально. Должны быть четко определены обязанности и ответственность персонала, кроме того, необходимо проводить своевременное как внутреннее, так и внешнее повышение квалификации сотрудников. В ГОСТ 33044-2014 подробно описаны требования к руководителю испытательного центра, основной задачей которого является контроль и организация слаженной работы всех составляющих центра – от обеспечения потребности в помещениях, оборудовании и материалах до организации валидации и контроля архивных данных. Ключевое место в организации исследований по стандартам *GLP* принадлежит службе обеспечения качества. Специалисты этой службы не должны принимать участие в проверяемых ими исследованиях и иметь подготовку, специальные знания и опыт на уровне, необходимом для выполнения своих обязанностей, но должны быть знакомы с СОП. Круг обязанностей персонала по обеспечению качества широк (ГОСТ 33044-2014), главными задачами сотрудников этой службы являются проверки плана исследования и соответствия самого выполняемого исследования на всех его этапах принципам *GLP*. Кроме того, специалисты службы оценивают доступность планов исследования и СОП персоналу, вовлеченному в проведение исследования, осуществляют различные инспекционные проверки в соответствии с графиком, который составляется аудитором после проверки плана исследования и ознакомления с расписанием процедур. Все документы службы обеспечения качества подлежат архивированию (Принципы..., 2012).

Для каждого конкретного эксперимента назначается руководитель, которым может быть научный сотрудник или иной специалист, имеющий необходимый уровень образования, соответствующую квалификацию и опыт работы. Руководитель исследования осуществляет общее руководство, несет персональную ответственность за выполнение испытания и итоговый отчет (Обязанности..., 2009). Перед началом исследования руководитель должен ознакомить с планом персонал и службу по обеспечению качества с целью оценки соответствия плана принципам *GLP*. Кроме того, руководитель несет ответственность за своевременное архивирование всех документов и материалов исследования (план, первичные материалы, отчеты) (ГОСТ 33044-2014).

Персонал, выполняющий исследование, должен знать и соблюдать требования правил *GLP*, план эксперимента и СОП, своевременно и точно вести сбор первичных данных и нести ответственность за достоверность представленной ими информации, соблюдать правила техники безопасности.

**Ветеринарная помощь.** В виварии в обязательном порядке должно быть предусмотрено оказание ветеринарной помощи (включая выходные и праздничные дни) и ежедневный осмотр животных (Руководство..., 2010).

В соответствии с требованиями *GLP* в исследовательском центре необходимо наличие архива, в котором должны быть созданы все условия для безопасного и качественного хранения архивных материалов (планов исследования, первичных данных, СОП, заключительных отчетов и образцов, записи всех инспекций и т.д.) (ГОСТ 33044-2014). Ответственность за архив несет архивариус, который разрабатывает системы индексации, процедуры поиска, учета и выдачи архивных материалов.

Особое внимание следует обратить на процедуру прохождения инспекций, необходимых для получения и поддержания статуса соответствия принципам *GLP*. Национальные и межгосударственные стандарты по надлежащей лабораторной практике, гармонизированные с документами ОЕСР, подробно представлены в работе (Зайцева, 2014).

В заключение отметим, что, несомненно, внедрение в экспериментальные научные исследования принципов *GLP*, в частности, требований к обустройству вивариев, оборудованию, содержанию и гуманному обращению с животными, является важным и нужным на пути признания полученных данных, в том числе и на международном уровне. Однако при всей привлекательности *GLP*-лабораторий отрицательным моментом является то, что лаборатории, которые создаются в России, получают очень дорогими и, соответственно, стоимость научных исследований, которые могут проводиться в таких лабораториях, существенно возрастает. При принятии единого решения об аккредитации лаборатории по стандартам *GLP* нужно учитывать конечную цель деятельности лаборатории. Если это доклинические исследования лекарственных средств, косметической продукции, ветеринарных препаратов, пищевых и кормовых добавок, а также химических веществ промышленного назначения с целью коммерческой реализации продукции, тогда соблюдение всех стандартов должно быть строго обязательным. В случае, когда в лаборатории проводится научно-исследовательская работа и часть экспериментов имеет «поисковый» характер (новые подходы, средства, методы, объекты), аккредитация по стандартам *GLP* не всегда должна быть обязательным условием.

#### ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ 31885-2012. Принципы надлежащей лабораторной практики (*GLP*). Применение Принципов *GLP* к исследованиям в полевых условиях [Электронный ресурс]. – М. : Стандартинформ, 2013. –

Режим доступа: [http://standartgost.ru/g/ГОСТ\\_31885-2012](http://standartgost.ru/g/ГОСТ_31885-2012).

ГОСТ 33044-2014. Принципы надлежащей лабораторной практики [Электронный ресурс]. – М. : Стандартинформ, 2015. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-33044-2014>.

ГОСТ Р 50258-92. Комбикорма полнорационные для лабораторных животных. – Режим доступа: <http://www.gostbaza.ru/?gost=28067>.

ГОСТ Р 53434-2009. Принципы надлежащей лабораторной практики [Электронный ресурс]. – М. : Госстандарт России, 1994. – Режим доступа: <http://gostrf.com/normadata/1/4293824/4293824581.pdf>.

Добротная лабораторная практика (GLP) — основа обеспечения качества доклинических исследований / О. Н. Хохлова, Т. Ю. Жармухамедова, Т. А. Гуськова, А. Н. Мурашев // Молекулярная медицина. – 2009. – № 5. – С. 42-47.

Каркищенко, Н. Н. Основы биомоделирования / Н. Н. Каркищенко. – М. : Изд-во ВПК, 2005. – 608 с.

Курская, А. Кому с GLP жить хорошо / А. Курская // Фармацевтический Вестник. – 2014. – № 34.

Мошкин, М. П. Постгеномная эра или зачем нужны 300 тысяч мышей / М. П. Мошкин // Наука из первых рук. – 2008. – № 4 (22). – С. 16-53.

Об отходах производства и потребления (Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19109/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/).

Обязанности руководителя исследования при проведении испытаний безопасности химических веществ, биотехнологических и нанотехнологических продуктов в соответствии с правилами надлежащей лабораторной практики / Т. Ю. Жармухамедова, О. Н. Хохлова, Т. А. Гуськова, Д. И. Ржевский, А. Н. Мурашев // Токсикологический вестник. – 2009. – № 5. – С. 2-4.

Практическое руководство по биологической опасности в лабораторных условиях. Издание третье. – Женева : ВОЗ, 2004. – 190 с.

Принципы GLP – залог достоверности исследований / О. Н. Хохлова, Т. Ю. Жармухамедова, Д. И. Ржевский, А. Н. Мурашев // Методы оценки соответствия. – 2012. – № 10. – С. 16-20.

Принципы надлежащей лабораторной практики: учебное пособие / Т. М. Зайцева, Е. Н. Веснина, О. В. Мезенцева, О. Ю. Чечеватова, М. А. Зайцева // Под научной ред. Д. О. Скобелева. – М. : АСМС, 2014. – 99 с.

Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследо-

ваниях / Под ред. Н. Н. Каркищенко, С. В. Грачева. – М. : Профиль-2С, 2010. – 358 с.

Руководство по содержанию и использованию лабораторных животных. – USA : National Academy Press, Washington, D.C., 1996.

СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс]. – М., 2002. – Режим доступа: [http://standartgost.ru/g/СанПиН\\_2.1.4.1074-01](http://standartgost.ru/g/СанПиН_2.1.4.1074-01).

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]. – М., 2003. – Режим доступа: [http://gostrf.com/norma\\_data/11/11776/index.htm](http://gostrf.com/norma_data/11/11776/index.htm).

СП 1.3.2322-08. Безопасность работы с микроорганизмами III-IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902091086>.

СП 2.2.1.3218-14 от 29.08.2014 № 51. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев) [Электронный ресурс]. – М., 2014. – Режим доступа: [http://gospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=3521](http://gospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=3521).

Хамидулина, Х. Х. Требования GLP к вивариям / Х. Х. Хамидулина, А. Р. Егизарян, Д. А. Рабикова // Методы оценки соответствия. – 2012. – № 10. – С. 28-32.

AAALAC International, Международная ассоциация по оценке и аккредитации ухода за лабораторными животными. – Режим доступа: <http://www.aaalac.org>.

Guidelines for Nomenclature of Genes, Genetic Markers, Alleles, and Mutations in Mouse and Rat. – Режим доступа: <http://www.informatics.jax.org/mgihome/nomen/gene.shtml>.

International Committee on Standardized Genetic Nomenclature for Mice. – Режим доступа: <http://www.informatics.jax.org>.

International Mouse Strain Resource, IMSR. – Режим доступа: <http://www.findmice.org/>.

Murashev, A. N. Application of GLPs in Russia Federation for testing of anti-infections medical products. OECD / A. N. Murashev // Russia Federation workshop on «Biosecurity of microbial resources – complementing innovation». 20-21 September 2006. Moscow. – P. 20.

OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice and Compliance Monitoring – № 1. ENV/MC/CHEM(98)17. – Paris, 1998.

## BASIC PRINCIPLES OF GOOD LABORATORY PRACTICE (GLP) IN THE REGENERATION OF THE VIVARIUM AND RESEARCH

O.V. Raskosha<sup>1,2</sup>, A.I. Kichigin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

<sup>2</sup> Syktyvkar State University named after P. Sorokin, Syktyvkar

**Abstract.** The article deals with the basic requirements of GLP (Good Laboratory Practice) to arrangement and design of vivariums, content of animals, as well as to organization of the test centers.

**Key words:** Principles of GLP, the requirements for the keeping of animals, improvement vivarium, test center, research

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ EXCEL И СТАТИСТИЧЕСКОГО ПАКЕТА R ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ЭКОЛОГИИ

А.Б. Новаковский

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар  
E-mail: [novakovsky@ib.komisc.ru](mailto:novakovsky@ib.komisc.ru)

**Аннотация.** В статье дается описание надстройки ExcelToR, разработанной для совместного использования Microsoft Excel и статистического пакета R. Microsoft Excel используется для ввода, хранения и подготовки данных для анализа, программа статистической обработки данных R – в качестве вычислительного «ядра». Базовые функции взаимодействия Excel и R через XML файлы стандартизованы и унифицированы, что позволяет в течение короткого времени реализовывать и/или модернизировать необходимые алгоритмы анализа и визуализации данных.

В настоящее время в модуле ExcelToR реализованы следующие алгоритмы обработки данных: кластерный анализ (Single-linkage clustering и Complete-linkage clustering, Ward's method, UPGMA), ординация методом главных компонент и неметрическое многомерное шкалирование, построение теплокарт.

**Ключевые слова:** статистический анализ, Excel, R, кластерный анализ, ординация, теплокарты

Термин «экология» впервые был введен Эрнстом Геккелем в 1866 г. для определения отрасли науки, изучающей взаимодействие живых организмов и их сообществ между собой и окружающей средой (Одум, 1986; Бигон, 1989). В современной экологии для решения этих фундаментальных задач широко применяют различные математические методы (Экологическая оценка..., 1956; Песенко, 1982; Legendre, 1998; Лебедева, 2002; Шитиков, 2003), в том числе основанные на статистическом анализе данных (Василевич, 1969; Нешатаев, 1971; Hill, 1994; Leps, 1999; McCune, 2002; Пузаченко, 2004). Активное внедрение вычислительной техники позволило автоматизировать и существенно ускорить процесс статистической обработки больших объемов данных. Для анализа используют множество различных программных продуктов: SPSS, Statistica, Past (Hammer, 2001), PC-ORD (McCune, 2002), Juice (Tichy, 2002), Twinspan (Hill, 1994; Legendre, 1998), Canoco (Jongman, 1987), Decorana (Hill, 1979) и т.п. На наш взгляд, одной из наиболее перспективных разработок в этой области является программа статистического анализа R (Seefeld, 2007; Borcard, 2011; Мастицкий, 2014; Kabacoff, 2015). Это свободно распространяемая программа с открытой лицензией (<https://cran.r-project.org>), обладающая большой гибкостью в плане выбора алгоритмов для анализа и отображения результатов. Кроме базовых функций программа позволяет использовать дополнительные расширения, в которых реализованы практически все виды статистических задач (на сегодняшний день таких расширений более 2000). Основным недостатком пакета R является сложность его использования. Программа R управляется при помощи командной строки. Это означает, что для любого действия (проведения статистического анализа, построения диаграммы, записи результатов работы в файл и т.п.) требуется вручную ввести необходимые команды или целые наборы

команд (скрипты). По этой причине язык R при всех своих очевидных достоинствах редко используют в научных исследованиях.

Существует несколько разработок, упрощающих работу с программой R. Некоторые из них приближают интерфейс данной программы к общепринятым стандартам и позволяют частично автоматизировать процесс написания скриптов (RStudio, RCommander), другие интегрируют функционал R с табличными процессорами (RExcel, R and Calc) и даже Microsoft Word (SWord). Однако во всех указанных разработках использован английский язык и, кроме того, большинство из них являются платными. С учетом этого мы поставили цель создать свободно распространяемый программный продукт, ориентированный на русскоязычного пользователя.

Разработанная нами программа ExcelToR является надстройкой для Excel. Она обладает простым и понятным интерфейсом пользователя и позволяет объединить легкость ввода и хранения данных, характерную для табличных процессоров, с возможностями статистической обработки данных, предоставляемыми пакетом R. С использованием надстройки можно проводить ординацию и кластерный анализ данных, накладывать дополнительные экологические факторы на результирующие диаграммы в виде цветов и корреляционных векторов, представлять данные в виде теплокарт.

Взаимодействие Excel и статистического пакета R осуществляется через XML (eXtensible Markup Language – расширяемый язык разметки) файлы. Посредством этих файлов из Excel в R передаются исходные данные для анализа и необходимая вспомогательная информация (размеры результирующей диаграммы, настройки для алгоритмов). Обрато передаются результаты обработки данных, пути к построенным диаграммам или же сообщения о произошедших во время выполнения в среде R ошибках (рис. 1).



Рис. 1. Схема взаимодействия Excel с пакетом R через XML файлы, реализованная в надстройке ExcelToR.

Реализация алгоритмов обработки построена по блочной системе, т.е. каждый вид анализа содержится в отдельном R скрипте и не зависит от остальных файлов. За счет этого достигается необходимая гибкость и простота при модернизации каждого отдельного алгоритма или же добавлении нового.

Общими являются только модули взаимодействия с XML файлами, реализованные в виде DLL библиотек (чтение и запись XML файлов в/из Microsoft Excel) и наборов скриптов R (чтение и запись XML файлов в/из пакета R).

Для работы надстройки ExcelToR необходима установленная 32- или 64-разрядная версия Microsoft Excel из поставки Microsoft Office (2003, 2007, 2010) и свободно распространяемая программа статистической обработки R версии 3.2.2 или выше. Общий объем программы R, дополнительных статистических пакетов и самой надстройки ExcelToR – около 150 Мб на жестком диске.

Надстройка ExcelToR не является самостоятельной программой и не обладает собственным интерфейсом. Надстройка подключается к Microsoft Excel, а доступ к ее функциям осуществляется через дополнительный пункт меню Excel (рис. 2).

После выбора в основном меню пункта «ExcelToR» появляется главное меню надстройки (рис. 2), которое содержит полный список функций. На сегодняшний день в надстройке реализованы:

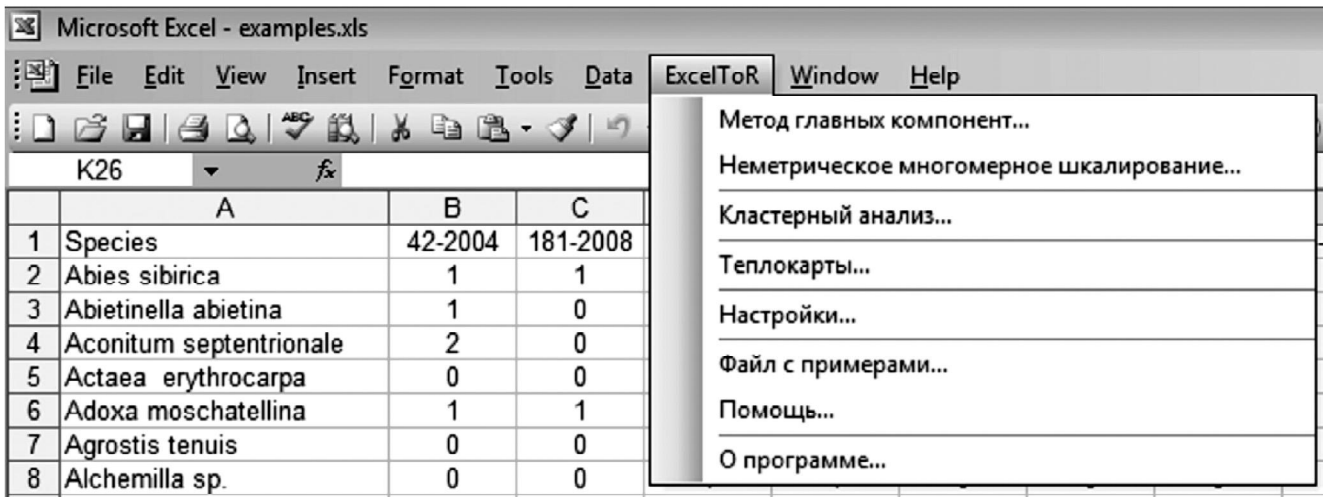
- метод главных компонент (Principal component analysis – PCA);
- неметрическое многомерное шкалирование (Nonmetric multidimensional scaling – NMS);

- кластерный анализ (cluster analysis);
- построение теплокарт (Heat maps).

В качестве исходных данных для анализа используют стандартную Excel таблицу. Столбцы таблицы представляют собой перечень анализируемых объектов, строки – их характеристики (или наоборот строки – объекты, столбцы – характеристики). В ячейках таблицы ставят числовые значения параметров. Для корректного определения областей с данными и подписями желательно придерживаться следующей схемы: названия объектов – одна верхняя строка, названия свойств – одна левая колонка (рис. 3). По умолчанию (если пользователь не выделил какую-либо область) в анализ включают все данные, расположенные на текущем листе Excel. При выделении пользователем области данных все вычисления ведутся только для нее.

Одними из часто используемых алгоритмов анализа экологических данных являются методы ординации (Bray, 1957; Hill, 1979; Ter Braak, 1986, 1994; Jongman, 1987; Legendre, 1998; Leps, 1999; McCune, 2002; Пузаченко, 2004). Они позволяют в графическом виде отобразить существующие зависимости и расположить исследуемые объекты в пространстве основных (чаще всего двух-трех) влияющих факторов. С одной стороны, это позволяет отобразить структуру взаимосвязей внутри массива данных, существующие тренды или группы сходных объектов, с другой – выделить наиболее значимые факторы. В разработанной нами надстройке реализовано два метода ординации: метод главных компонент (Андерсон, 1963; Андрукович, 1973; Шитиков, 2003) и неметрическое многомерное шкалирование (She-

A



Б

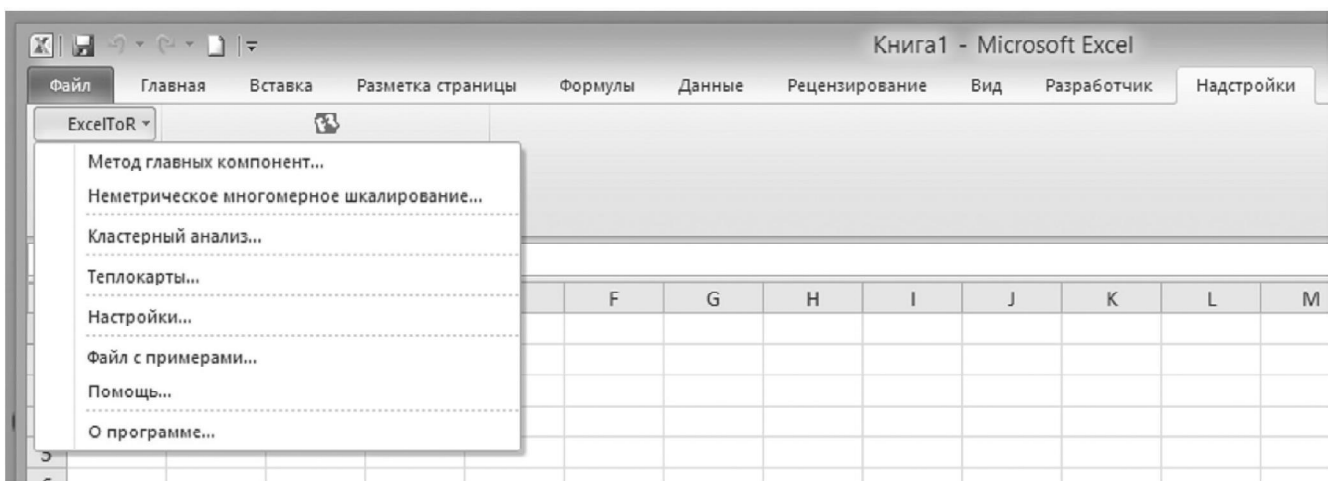


Рис. 2. Расположение пункта меню ExcelToR в Microsoft Excel. А – для версии Microsoft Excel 2003 (и более ранних), Б – для версии Microsoft Excel 2007 (и более поздних).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Species	42-2004	181-2008	67-2004	18-2004	19-2004.2	63-2008	17-2008	42-2009-2	24-2004	40-2004
2	Abies sibirica	1	1	3	3	3	2	3	4	5	1
3	Abietinella abietina	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0
4	Aconitum septentrionale	2	0	0	5	0	0	2	0	0	0
5	Actaea erythrocarpa	0	0	0	0	0	0	1	0	2	5
6	Adoxa moschatellina	1	1	2	0	5	0	0	0	5	0
7	Agrostis tenuis	0	0	0	0			0	2	0	0
8	Alchemilla sp.	0	0	1	1			0	0	0	0
9	Alnus incana	0	2	0	0			0	0	0	1
10	Anemonastrum biarmienne	0	0	0	0			0	0	2	0
11	Angelica archangelica	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1
12	Angelica sylvestris	0	2	1	1	0	2	0	0	2	0
13	Antennaria dioica	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1
14	Anthoxantum alpinum	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0
15	Asplenium viride	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0
16	Aster alpinus	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
17	Betula nana	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0

Рис. 3. Таблица исходных данных. А – область подписей анализируемых объектов, Б – список свойств, В – цифровые данные.

pard, 1962; Kruskal, 1964; Clarke, 1993; Cox, 2001). Соответствующие диалоговые окна приведены на рис. 4 и 5.

Метод главных компонент является одним из наиболее распространенных методов снижения размерности. В математических терминах PCA относится к линейным методам, т.е. построение новых осей основано на линейной комбинации старых. Преобразование строится таким образом, чтобы среднееквадратичное расстояние между точками (анализируемыми объектами) было максимальным. Оси нового подпространства есть собственные вектора корреляционной (или ковариационной) матрицы, построенной на основе входной выборки, а соответствующие собственным векторам собственные значения характеризуют дисперсию входных данных (Dunteman, 1989; Зиновьев, 2000). Отбрасывание осей с минимальной дисперсией позволяет существенно снижать размерность пространства представления данных при одновременном сохранении максимальной части заложенной в них информации.

В окне настроек PCA анализа пользователь задает тип анализируемой матрицы (корреляция или ковариация), число осей ординации и параметры отображения результатов (рис. 4).

Второй метод – неметрического шкалирования – относится к принципиально иным методам снижения размерностей. Он основан на минимизации некоторой функции стресса, сравнивающей между собой попарные расстояния в исходном пространстве признаков изучаемых объектов с евклидовыми расстояниями в новом (уменьшенном) пространстве. Чем меньше значение стресса, там лучше точки в новом пространстве отображают взаимное расположение анализируемых объектов в исходном пространстве. Стресс, равный нулю, обозначает полную тождественность сравниваемых матриц. Соответственно, задача ординации сводится к подбору таких координат точек в новом пространстве, чтобы величина стресса между модельной и эмпирической матрицами была минимальной (Kruskal, 1964; Clarke, 1993).

В окне настроек (рис. 5) пользователь выбирает тип входной матрицы. В случае, когда выбрана многомерная выборка, на вход подается стандартная таблица с данными, на основе которой строится матрица различий. При этом для построения используется один из

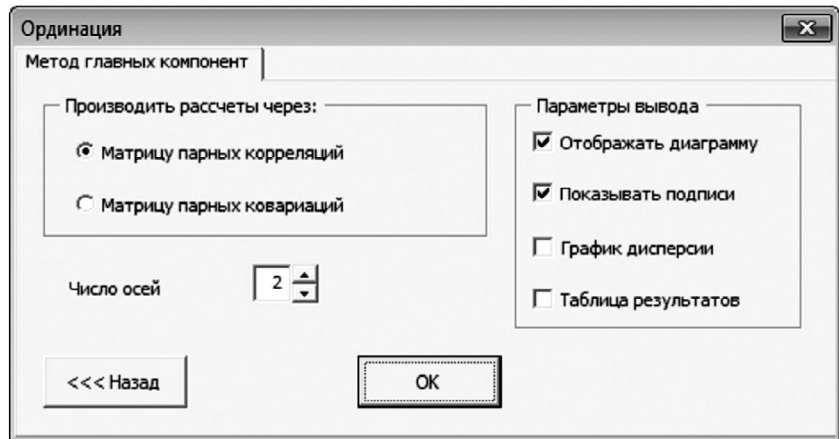


Рис. 4. Диалоговое окно настроек для PCA анализа (метод главных компонент).

коэффициентов сходства/различия, выбираемый в соответствующем разделе. На сегодняшний день в надстройке реализованы евклидово и манхеттоновское расстояния, количественные коэффициенты сходства Жаккара и Сьеренсена-Чекановского, коэффициент корреляции Пирсона.

Кроме многомерной выборки пользователь при выборе типа входной матрицы может указать матрицу сходств (на вход подается квадратная симметричная матрица, диагональные элементы которой равны 1, все недиагональные элементы варьируются от 0 до 1) или же матрицу расстояний (диагональные элементы равны 0, недиагональные – варьируют от 0 до 1).

Результатом работы ординационных алгоритмов является диаграмма взаимного расположения объектов в новом (уменьшенном) пространстве (рис. 6) и табличное представление результатов (рис. 7). В таблице содержатся обобщенные статистики, описывающие качество проведенной ординации и полученные координаты точек в новом пространстве.

Другим распространенным методом анализа данных, применяемым в экологии, является кла-

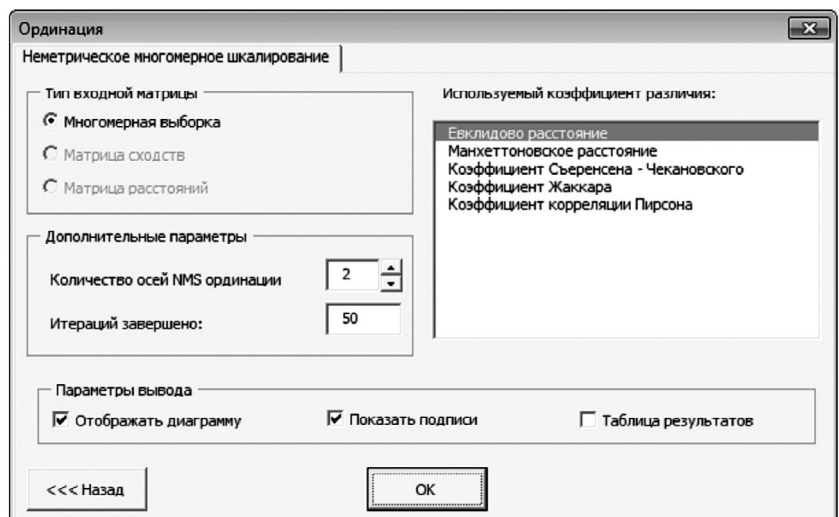


Рис. 5. Диалоговое окно настроек NMS анализа (многомерное неметрическое шкалирование).

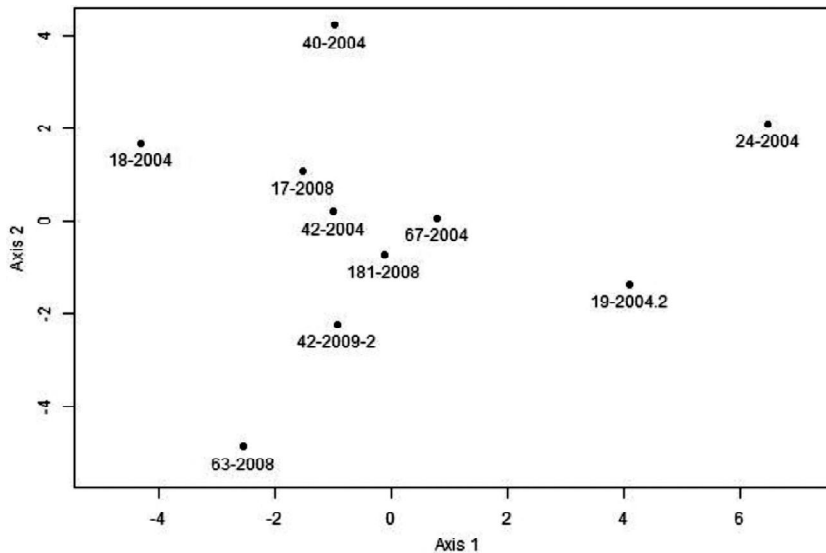


Рис. 6. Результирующая диаграмма NMS ординации.

	A	B	C
1	Результаты анализа главных компонент		
2	Используется матрица парных корреляций		
3			
4		PCA 1	PCA 2
5	Значения собственных векторов (дисперсия по осям)	4.624689	2.699556
6	Доля объясненной дисперсии от общей суммы (в процентах)	27.20406	15.87974
7			
8	42-2004	0.80932	-0.22458
9	181-2008	1.562143	1.153166
10	67-2004	0.564014	-0.48835
11	18-2004	2.264484	-1.90679
12	19-2004.2	-1.1467	-0.33939
13	63-2008	-1.1776	3.729382
14	17-2008	1.885857	-1.01031
15	42-2009-2	-0.2976	1.662671
16	24-2004	-5.50271	-1.8424
17	40-2004	1.038798	-0.73341
18			
19	Корреляция дополнительных факторов с осями ординации		
20	Фактор 1	-0.48685	-0.19734
21	Фактор 2	-0.30056	-0.62811

Рис. 7. Табличное представление результатов PCA ординации.

стерный анализ (Песенко, 1982; Шитиков, 2003; Пузачено, 2004). В целом, под кластерным анализом (кластеризацией) понимают задачу разбиения всей совокупности рассматриваемых объектов на отдельные группы (классы) со сходными характеристиками и определение взаимных отношений между ними (Ward, 1963; Уиллиамс, 1986; Jongman, 1987; Ким, 1989). Алгоритмы кластерного анализа можно разделить на два основных типа: иерархические и не иерархические. В модуле ExcelToR реализованы наиболее распространенные алгоритмы первого типа, поскольку иерархический кластерный анализ позволяет графически (в виде дендрограмм) отобразить полученные результаты. Кроме того, он показывает не только разбиение объектов на группы, но и их взаимное расположение (иерархию).

Основой иерархического кластерного анализа является определение расстояния между объектами посредством различных мер сходства/различия и способ их группировки (агломерации).

В надстройке ExcelToR реализованы наиболее часто используемые в экологии меры сходства/различия: Жаккара, Сьеренсена-Чекановского, евклидово и манхеттоновское расстояние, коэффициент корреляции Пирсона и ранговой корреляции Кэндела (Андреев, 1980; Песенко, 1982; Шитиков, 2003). Реализованы следующие методы группировки: метод среднего расстояния (UPGMA – unweighted pair-group method using arithmetic averages, average-linkage clustering); максимального расстояния (Complete-linkage clustering); метод Ward-a (Ward’s method).

В диалоговом окне (рис. 8) пользователь задает тип исходной матрицы. Это может быть как матрица объектов (в этом случае необходимо выбрать метод расчета сходства/расстояния между анализируемыми объектами), так и рассчитанные заранее любым удобным способом матрицы сходства или расстояния, аналогичные тем, что используются в NMS ординации. Пользователь задает метод группировки данных и дополнительные настройки, влияющие на внешний вид результирующей дендрограммы (рис. 9).

Наряду с построением ординационных диаграмм или дендрограмм, в надстройке ExcelToR существует возможность наложения дополнительных экологических факторов. Наложение факторов

проходит либо в виде раскраски объектов в соответствии с выбранными группами (используется при кластерном анализе и ординации), либо в виде векторов, отражающих корреляцию между изучаемыми экологическими факторами и осями ординации (используется только для ординации) (рис. 10).

Построение теплокарт (рис. 11 и 12) скорее является способом визуализации данных, а не специализированным методом их анализа. Его суть состоит в том, что строится прямоугольная сетка, в клетках которой цветом отображаются числовые значения. Минимальным значениям соответствует один цвет, максимальным – другой. Промежуточные значения окрашиваются по цветам градиента.

В окне настроек (рис. 11) пользователь задает область с подписями по осям X и Y, область данных, которая содержит числовые значения, отображаемые цветами, выбирает цветовую схему и число градаций цвета на градиенте.

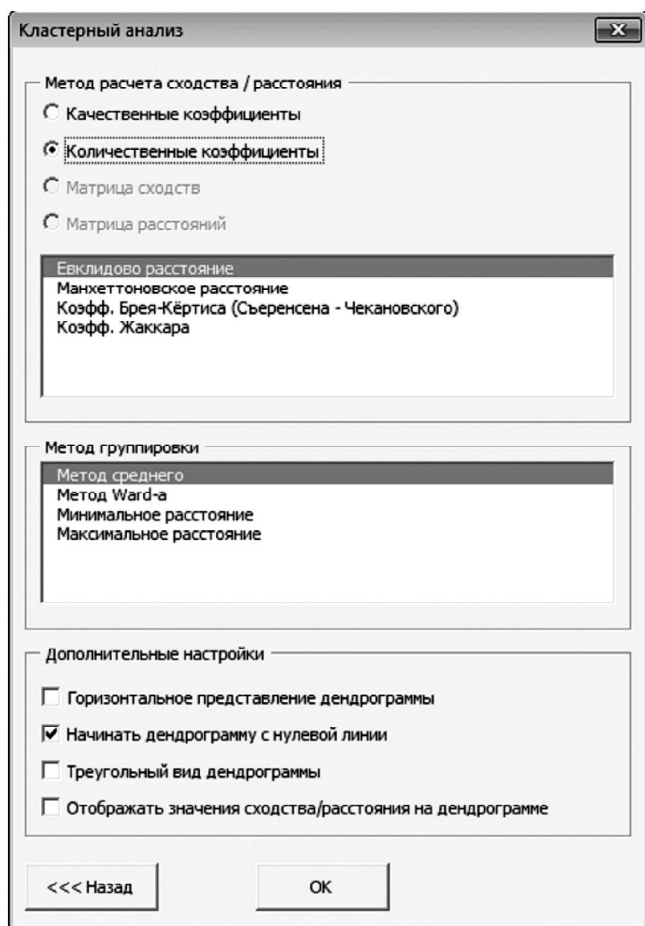


Рис. 8. Диалоговое окно настроек кластерного анализа.

В качестве примера приведем результат использования метода для анализа температурных данных по европейской части России (рис. 12). На теплокарте приведены отклонения температур определенных периодов от средних значений. Области желтого, оранжевого и красного цвета на теплокарте означают, что текущие показатели выше (теплее) усредненных значений, а синий и голубой – температурные показатели ниже

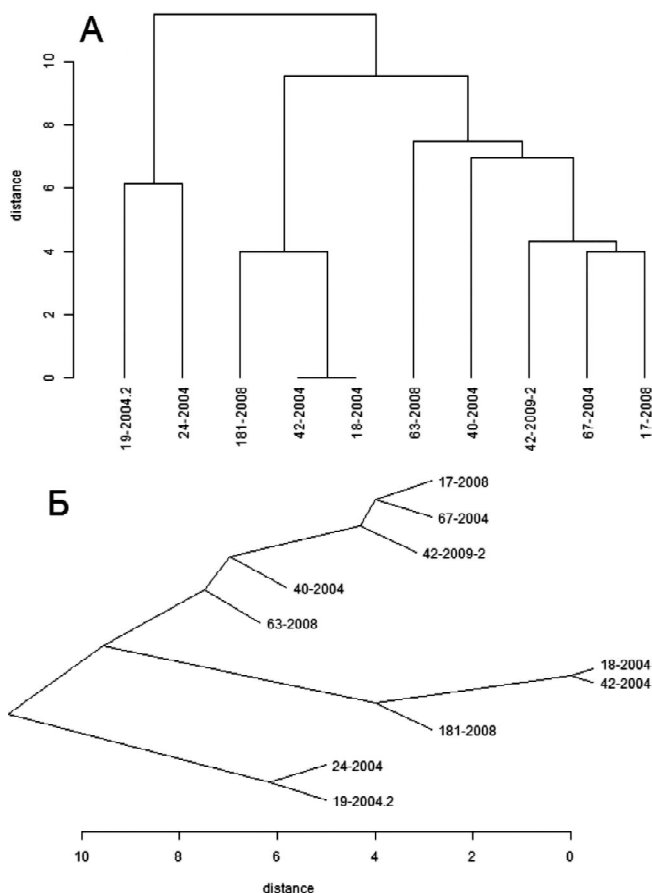


Рис. 9. Различия внешнего вида результирующих дендрограмм для одного и того же набора данных с полностью идентичными способами анализа. А – вертикальное представление, элементы начинаются с 0. Б – горизонтальное отображение, представление в виде треугольников, подвешенные элементы.

(холоднее) среднего значения. Такая форма представления данных позволяет визуально определить области с повышенными и пониженными температурами и выявить не только внутригодовую, но и межгодовую температурную динамику (Novakovskiy, 2014).

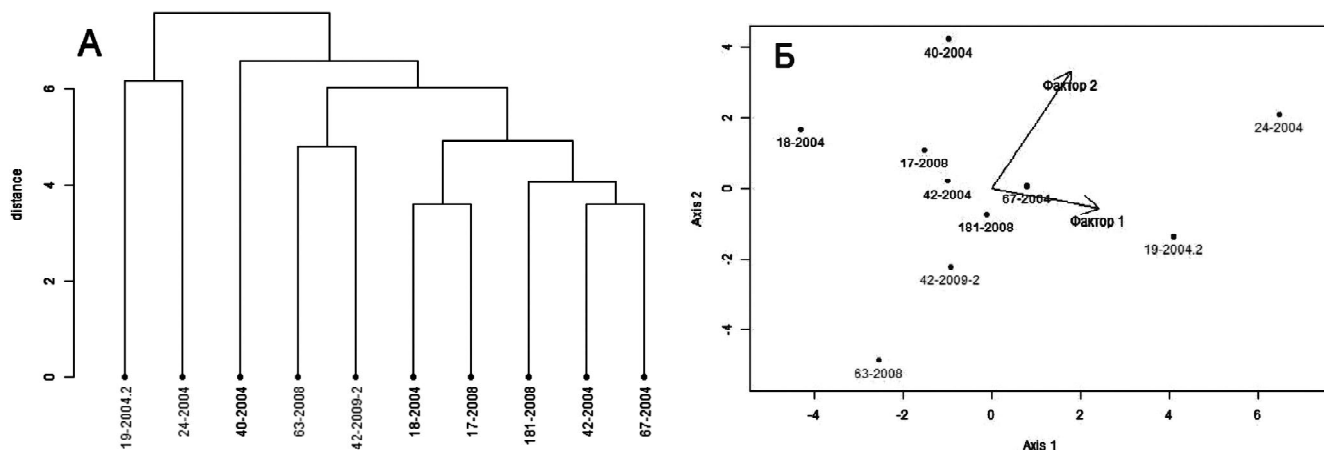


Рис. 10. Пример наложения дополнительных экологических факторов на результаты обработки данных. А – наложение различной окраски элементов для кластерного анализа; Б – наложение дополнительных факторов в виде раскраски и корреляционных векторов на результирующую ординационную диаграмму.



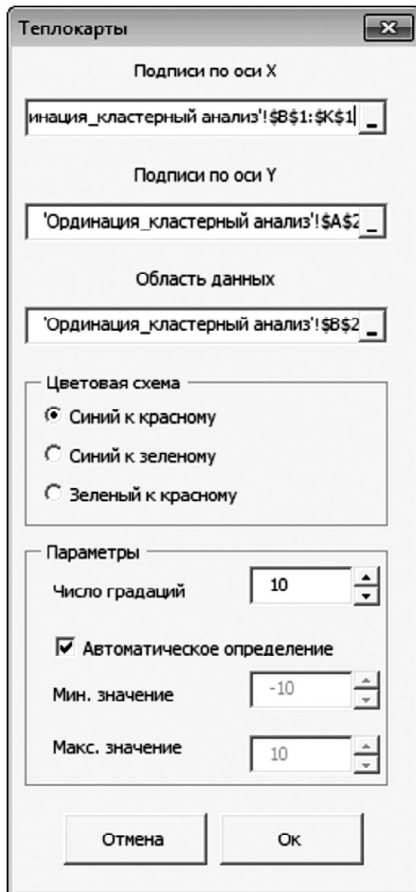


Рис. 11. Диалоговое окно настроек для построения теплокарт.

Таким образом, созданная нами программно-аналитическая надстройка ExcelToR расширяет возможности Microsoft Excel по статистической обработке экологических данных. Универсальность предложенных алгоритмов позволяет использовать модуль для решения задач и в других областях науки, не связанных с экологией и биологией. Надстройка проста в использовании и не требует специальной подготовки данных.

Отметим, что надстройка ExcelToR является продолжением нашей работы по автоматизации обработки экологических данных. Ранее для этих целей нами был разработан оригинальный программный модуль «GRAPHS» (Новаковский, 2004, 2006). Программа ExcelToR – это новый программный продукт, основанный на иных принципах. Вычислительным ядром надстройки является статистический пакет R, что позволяет использовать все его возможности в области расчетов и визуализации данных. Кроме того, разработанная система состоит из взаимно независимых модулей и построена таким образом, чтобы быстро модернизировать существующие алгоритмы и добавлять новые, реализованные в пакете R.

Надстройка является свободно распространяемой. Скачать установочную версию ExelToR и подробную инструкцию по использованию можно по адресу <http://ib.komisc.ru/exceltor>.

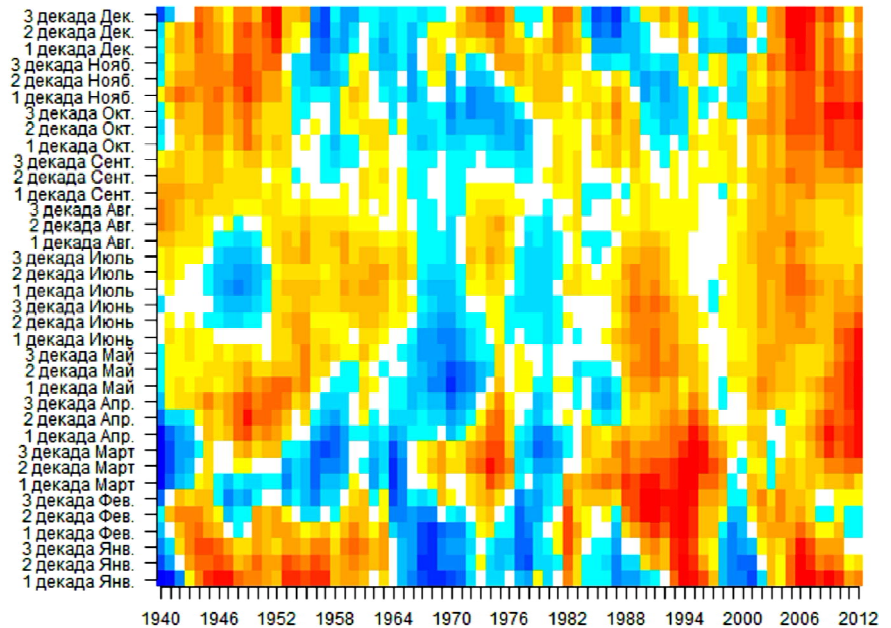


Рис. 12. Построенная теплокарта отклонений среднедекадных температур от многолетних средних значений для европейской части России.

ЛИТЕРАТУРА

Андерсон, Т. Введение в многомерный статистический анализ / Т. Андерсон. – М. : Физматгиз, 1963. – 500 с.

Андреев, В. Л. Классификационные построения в экологии и систематике / В. Л. Андреев. – М. : Наука, 1980. – 142 с.

Андрукович, П. Ф. Применение метода главных компонент в практических исследованиях / П. Ф. Андрукович. – М. : Изд-во московского университета, 1973. – 124 с.

Бигон, М. К. Экология. Особи, популяції и сообщества: В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. – М. : Мир, 1989. – 667 с.

Василевич, В. И. Статистические методы в геоботанике / В. И. Василевич. – Л. : Наука, 1969. – 232 с.

Зиновьев, А. Ю. Визуализация многомерных данных / А. Ю. Зиновьев. – Красноярск : Изд-во Красноярского государственного технического университета, 2000. – 180 с.

Ким, Дж. О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж. О. Ким; отв. ред. И. С. Енюков. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

Лебедева, Н. В. Биологическое разнообразие и методы его оценки / Н. В. Лебедева, Д. А. Кривошукский // География и мониторинг биоразнообразия. – М. : НУМЦ, 2002. С. 8-76.

Мастичкий, С. Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R [Электронный ресурс] / С. Э. Мастичкий, В. К. Шитиков. – Хайдельберг-Лондон-Тольятти, 2014. – Режим доступа: <http://r-analytics.blogspot.ru/2014/12/r.html>.

Нешатаев, Ю. Н. Выборочно-статистический методы выделения растительных ассоциаций / Ю. Н. Нешатаев // Методы выделения растительных ассоциаций. – Л. : Наука, 1971. – С. 181-205.

Новаковский, А. Б. Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS» / А. Б. Новаковский. – Сыктывкар, 2004. – 31 с. – (Сер. Автоматизация науч. исследований / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 27).

Новаковский, А. Б. Обзор современных программных средств, используемых для анализа гео-

- ботанических данных / А. Б. Новаковский // Растительность России. – 2006. – № 9. – С. 86-96.
- Одум, Ю. Экология: В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. / Ю. Юдум. – М. : Мир, 1986. – 328 с.
- Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 287 с.
- Пузаченко, Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю. Г. Пузаченко. – М. : Изд-во Академия, 2004. – 416 с.
- Уиллиамс, У. Т. Методы иерархической классификации / У. Т. Уиллиамс, Дж. Н. Ланс // Статистические методы для ЭВМ / Под ред. М. Б. Малютов. – М. : Наука, 1986. – С. 269-301.
- Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
- Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипин. – М. : Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
- Borcard, D. Numerical Ecology with R / D. Borcard, F. Gillet, P. Legendre. – N.Y. : Springer, 2011. – 319 p.
- Bray, J. R. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin / J. R. Bray, J. T. Curtis // Ecological monographs. – 1957. – Vol. 27. – P. 325-349.
- Clarke, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure / K. R. Clarke // Austral. J. Ecol. – 1993. – Vol. 18. – P. 117-143.
- Cox, T. F. Multidimensional scaling (2nd edition) / T. F. Cox, M. A. Cox. – Chapman and Hall, 2001. – 294 p.
- Dunteman, G. H. Principal Component Analysis / G. H. Dunteman. – Iowa : SAGE Publications, 1989. – 96 p.
- Hammer, O. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis / O. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4(1). – 9 p.
- Hill, M. O. DECORANA and TWINSpan for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77 / M. O. Hill. – Huntingdon : Institute of Terrestrial Ecology, 1994. – 58 p.
- Hill, M. O. DECORANA – a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging / Hill M. O. – N.Y. : Cornell University, Ithaca, 1979. – 31 p.
- Jongman, R. H. G. Data analysis in community and landscape ecology / R. H. G. Jongman, C. J. F. Ter Braak, O. F. R. Van Tongeren. – Wageningen, 1987. – 299 p.
- Kabacoff, R. I. R in Action. Data analysis and graphics with R. 2nd ed. / R. I. Kabacoff. – N.Y. : Manning, 2015. – 608 p.
- Kruskal, J. B. Nonmetric multidimensional scaling: A numerical method / J. B. Kruskal // Psychometrika. – 1964. – Vol. 29(2). – P. 115-130.
- Legendre, P. Numerical Ecology. 2nd ed. / P. Legendre, L. Legendre. – Amsterdam, 1998. – 853 p.
- Leps, J. Multivariate Analysis of Ecological Data / J. Leps, P. Smilauer. – Ceska Budejovice, 1999. – 110 p.
- McCune, B. Analysis of ecological communities / B. McCune, J. B. Grace, D. L. – Oregon : Urban MjM Software Design, 2002. – 285 p.
- Novakovskiy, A. Hydrometeorological database (HMDB) for practical research in ecology / A. Novakovskiy, V. Elsakov // Data Science Journal. – 2014. – Vol. 13. – P. 57-63.
- Seefeld, K. Statistics Using R with Biological Examples / K. Seefeld, E. Linder. – Durham : University of New Hampshire, 2007. – 325 p.
- Shepard, R. N. Analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function I & II / R. N. Shepard // Psychometrika. – 1962. – Vol. 27. – P. 125-140, 219-246.
- Ter Braak, C. J. F. Canonical community ordination. Part I: Basic theory and linear methods / C. J. F. Ter Braak // Ecoscience. – 1994. – Vol. 1. – P. 127-140.
- Tichy, L. JUICE, software for vegetation classification / L. Tichy // Journal of Vegetation Science. – 2002. – Vol. 13. – P. 451-453.
- Ward, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function / J. H. Ward // Journal of the American statistical association. – 1963. – Vol. 58, № 301. – P. 236-244.

## INTERACTION BETWEEN EXCEL AND STATISTICAL PACKAGE R FOR ECOLOGICAL DATA ANALYSIS

**A.B. Novakovskiy**

*Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

**Abstract.** The add-on ExcelToR which design for joint use Microsoft Excel and statistical package R is considered in this paper. Microsoft Excel is used for input, storage and preparing data for analysis. Statistical package R is a processing «core» for analysis. Special separate modules which standardize the data transferring from/to Excel to R were developed. This approach allows implementing/modifying necessary algorithms for statistical analysis or data visualization fast and easy.

Now following algorithms of statistical analysis have been designed in ExcelToR: clustering (Single-linkage clustering и Complete-linkage clustering, Ward's method, UPGMA), ordination (PCA, NMS), heat maps.

**Key words:** statistical analysis, Excel, R, clustering, ordination, heat maps

ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
«СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕСНЫХ И БОЛОТНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ:  
ЭКОЛОГИЯ, ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС, ДИНАМИКА»**

**С.В. Загирова**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук  
E-mail: zagirova@ib.komisc.ru*

Уходящий год ознаменовался проведением двух Всероссийских конференций, посвященных проблемам организации стационарных исследований наземных экосистем. Первая из них проходила в Тверской области на территории Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника, вторая – в Сыктывкаре на базе Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Стационарные экологические и эколого-географические исследования всегда были традиционными для отечественной науки. На прошедших научных форумах специалисты активно обсуждали требующие безотлагательных решений проблемы развития долговременных системных наблюдений за состоянием лесных и болотных экосистем. К таким проблемам относятся недостаточное финансирование, слабое кадровое обеспечение, низкая заинтересованность профильных федеральных ведомств в результатах стационарных исследований. Но в то же время необходимо учитывать, что современное развитие приборной базы и технологий позволяет проводить комплексные и междисциплинарные изыскания в различных областях биологии и экологии на высоком методическом уровне, в соответствии с международными стандартами.

На Всероссийской научной конференции с международным участием «Стационарные исследования лесных и болотных биогеоценозов: экология, продукционный процесс, динамика», которая состоялась в Сыктывкаре 14-23 сентября

2016 г., ученые обсуждали вопросы в рамках четырех тематических секций: структура, динамика и продуктивность лесных биогеоценозов; разнообразие и функции болотных биогеоценозов; мониторинг лесных и болотных экосистем; методология и методы стационарных исследований. В работе конференции принял участие 61 человек, в том числе 12 докторов и 44 кандидата наук. Они представляли научные коллективы академических и отраслевых институтов, университетов и других организаций из 13 субъектов Российской Федерации (городов Апатиты, Киров, Москва, Петрозаводск, Пущино, Санкт-Петербург, Сыктывкар, Талдом, Томск, Тюмень, Уфа, с. Успенское Московской обл., пос. Борок Ярославской обл.). В ходе конференции заслушаны девять пленарных докладов и 49 устных секционных сообщений, представлены три стендовых доклада.

Конференцию открыл А.Н. Попов, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Республике Коми. В приветственном слове он подчеркнул важность проблемы изучения и сохранения уникальных природных экосистем на европейском северо-востоке России. Пленарные доклады были представлены ведущими специалистами России в области лесной экологии и болотоведения. К.С. Бобкова с коллегами (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар) посвятила свой доклад основателю первого лесного стационара в Респуб-



Участники конференции на Ляльском стационаре Института биологии.



Полевая экскурсия на Приполярный Урал.

лике Коми А.Н. Лазареву и представила основные результаты комплексных исследований продукционного процесса в хвойных и лиственно-хвойных фитоценозах на Зеленоборском, Чернамском и Ляльском стационарах Института биологии, полученные за последние 50 лет.

А.А. Сири́н с коллегами (Институт лесоведения РАН, с. Успенское Московской обл.) обобщил результаты многолетних наблюдений в лесных фитоценозах Серебряноборского и Теллермановского опытных лесничеств, а также на Джаныбекском стационаре. Планомерное изучение структурно-функциональной организации и долговременной динамики лесных биогеоценозов позволило обосновать рациональные методы ведения лесного хозяйства с учетом особенностей природных зон, оценить влияние климатических факторов на биосферные функции лесов.

Д.Г. Замолодчиков (Московский государственный университет, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, г. Москва) в своем докладе подчеркнул важность стационарных исследований в свете Парижского климатического соглашения. Докладчик особо акцентировал внимание аудитории на том, что в научных организациях многих регионов страны сложились научные группы, применяющие классические и современные методы мониторинга углеродного бюджета, однако результаты их исследований пока мало востребованы в отчетности Российской Федерации перед органами РКИК ООН.

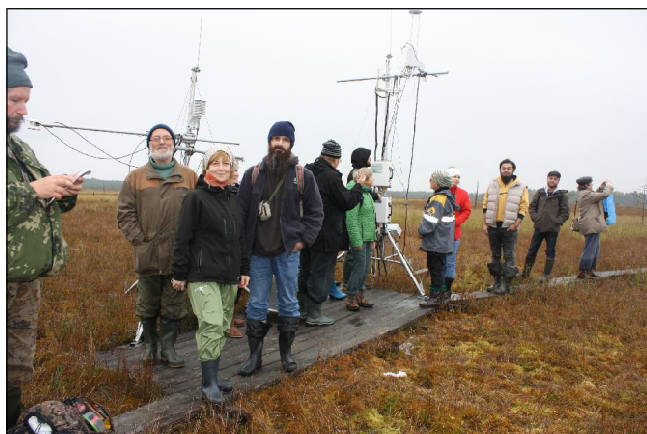
С.В. Загирова с коллегами (Институт биологии Коми НЦ УРО РАН, г. Сыктывкар) представила основные результаты проекта ПРООН/ГЭФ, направленного на укрепление системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в Республике Коми и сохранение биологического разнообразия уникальных природных объектов. Проект стартовал в 2008 г. и за время, прошедшее с начала его реализации, завершен анализ пробелов системы ООПТ региона, выявлены ландшафты и экосистемы, перспективные для создания новых резерватов взамен тех, которые по разным

причинам утратили свое значение. Выполнена оценка биологического разнообразия и запасов углерода на территории двух объектов охраны федерального уровня (Печоро-Илычского государственного заповедника и национального парка «Югыд ва») и 13 заказников республиканского значения. Создан Центр ООПТ, уполномоченный управлять особо охраняемыми территориями регионального подчинения. При финансовой поддержке проекта приобретено современное оборудование, необходимое для проведения климатического мониторинга в лесных и болотных экосистемах, в том числе измерения эмиссионных потоков диоксида углерода и метана.

Т.К. Юрковская (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург) в своем докладе отметила, что лесоболотные сочетания являются характерными структурными элементами растительного покрова тайги. Соотношение лесов и болот в том или ином регионе не случайно и во многом определяет меру устойчивости растительного покрова. Присутствие болот увеличивает гетерогенность таежных экосистем, способствуя их стабильности. Лесоболотные сочетания могут стать удобным полигоном для изучения взаимоотношений леса и болота.

О.Л. Кузнецов и С.И. Грабовик (Институт биологии Карельского НЦ, г. Петрозаводск) сообщили о постмелиоративной динамике растительности на двух торфяно-сфагновых болотах стационара «Киндасово» (Республика Карелия), осушенных в 60-х гг. прошлого столетия. За 40 лет наблюдений произошло полное исчезновение или снижение обилия гигрофильных трав, мхов, некоторых видов кустарничков, формирование березового или соснового древостоя и появление лесных видов в напочвенном покрове.

Итогам изучения экстраэональных островных лесов в Большеземельской тундре, расположенных вблизи выходов термальных источников, был посвящен доклад И.Н. Болотова и М.Ю. Гофарова (ФИЦКИА РАН, г. Архангельск). Показано, что структура исследованных лесных сообществ до-



Участники конференции на болоте Медла-Пэв-Нюр.



Участники конференции на заседании секции.



Фото на память. Закрытие конференции.

статочно динамична во времени. Причиной этого является потепление климата и, как следствие, деградация многолетней мерзлоты в последние десятилетия.

Л.Г. Исаева с коллегами (Институт промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, г. Апатиты) представила результаты биогеохимического мониторинга на лесных стационарах Кольского полуострова, который проводится с 1990 г. в соответствии с международными стандартами программы ICP-Forest. Постоянными объектами мониторинга являются атмосферные выпадения, почвенные воды, почва, растительность в сосновых и еловых лесах, которые находятся в зоне влияния медно-никелевого производства.

Устные доклады были заслушаны на заседаниях трех секций. Большинство сообщений, озвученных на секции «Лесные биогеоценозы: компоненты и их взаимосвязь, динамика, продуктивность» были посвящены итогам изучения динамики структуры древостоев в сосновых и еловых фитоценозах таежной зоны, продуктивности и углеродного цикла в хвойных экосистемах, эмиссии диоксида углерода, биогенного разложения древесного детрита и формирования почв. Обсуждены результаты исследований биоморфологии и физиологии растений и лишайников лесных сообществ.

Доклады, сделанные на секции «Болотные биогеоценозы: разнообразие, экология, функции», были посвящены результатам многолетних стационарных исследований болотных экосистем в нескольких регионах России (Вологодская, Ленинградская, Томская, Челябинская области, Республика Коми). В докладах молодых специалистов Института биологии Коми НЦ УрО РАН были представлены результаты изучения геохимии и

микробных сообществ бугристых болот европейского северо-востока России, которые проводятся при финансовой поддержке проектов программы ПРООН/ГЭФ, реализуемой в Республике Коми.

На секции «Мониторинг лесных и болотных экосистем» были заслушаны сообщения о результатах мониторинга состояния лесных экосистем в зоне влияния бокситового рудника в Республике Коми, объекта уничтожения химического оружия в Кировской области. Несколько докладов затрагивали вопросы восстановления болотных биогеоценозов после пожаров, добычи торфа и нефтяного загрязнения.

По результатам конференции принята резолюция, в которой отмечена необходимость продолжения и развития традиций стационарных исследований как основы непрерывного изучения природных процессов и явлений. В документе указано на необходимость расширения сети стационаров при организациях, подведомственных РАН и ФАНО, с учетом разнообразия типов ландшафтов. Назрел вопрос о создании Интернет-ресурса, обобщающего информацию о стационарах и стационарных исследованиях в России и делающего ее доступной для широкого круга пользователей.

Во время однодневной экскурсии участники конференции ознакомились с методами долговременных наблюдений на Ляльском лесоэкологическом стационаре Института биологии (Княжпогостский район Республики Коми), болоте Медла-Пэв-Нюр (Сыктывдинский район). Во время четырехдневной экскурсии в национальный парк «Югыд ва» участники конференции имели возможность увидеть уникальные сочетания тундровых экосистем с горными болотами и лесами на западном макросклоне Приполярного Урала. Они также посетили крупнобугристое болото урочища Кулицанюр в Интинском районе, где с 2013 г. специалисты Института биологии Коми НЦ УрО РАН ведут в рамках международных программ ПРООН/ГЭФ и КлиматИст регулярный мониторинг температурного режима мерзлоты и эмиссии парниковых газов.

*Конференция проведена при финансовой поддержке Программы развития ООН и Глобального экологического фонда в рамках проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми № 00059042 «Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биоразнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора».*

## ЮБИЛЕЙ

### ИННА БОРИСОВНА АРЧЕГОВА

28 августа 2016 года исполнилось 85 лет со дня рождения доктора биологических наук Инны Борисовны Арчевой, известного ученого-почвоведа, ведущего научного сотрудника Института биологии Коми НЦ УрО РАН, заслуженного работника Республики Коми, лауреата премии Правительства Республики Коми в области научных исследований.

Инна Борисовна родилась в г. Кутаиси в семье военнослужащего. Ее отец, Борис Алексеевич Арчевов (1903-1977), в 1928 г. окончил Краснодарское Военно-кавалерийское пограничное училище. Мама, Анна Михайловна (Зайцева) Арчева (1907-1977), в 1927 г. окончила курсы медсестер. В 1928 г. после заключения брака они отправились к месту службы Бориса Алексеевича на погранзаставу Джульфа у границы с Ираном (тогда – с Персией). В первое время жили в маленьком домике, разделяя единственную комнату с другой молодой семьей.

Служба была опасная, жизнь беспокойная. С сопредельной территории через границу часто проникали банды басмачей, которые убивали людей и угоняли скот. Позднее отец был направлен для несения службы в другие погранотряды (Ахалцихе, Кутаиси, Нахичевань-на-Араксе), куда за ним следовала и семья.

Великая Отечественная война застала семью Арчевых, в которой к этому времени уже подрастали две дочери Инна и Елена (1931 и 1936 гг. рождения), в Харькове. Отец с курсантами и командирами военно-фельдшерского училища, в котором работал, принимал участие в боевых действиях. Анна Михайловна с детьми были эвакуированы последним эшелонам в Киргизию, в с. Челдовар (окрестности г. Фрунзе – ныне Бишкек). Здесь Инна пошла в третий класс. В 1942 г. Б.А. Арчевов вместе с Харьковским военно-фельдшерским училищем был расквартирован в Саратове, куда вызвал семью. Когда началась битва за Сталинград, глава семьи принял решение об эвакуации жены и дочерей в Узбекистан, и они оказались в г. Китаб. Здесь Анна Михайловна поступила на работу в паспортный стол, Инна училась в школе. Жили очень тяжело, часто голодали и болели. В 1943 г. отец, служивший в то время начальником штаба Первой особой московской дивизии по охране Москвы, после длительных поисков нашел своих близких, и Анна Михайловна с Инной и Еленой по его вызову приехали в Москву. Здесь семья встретила День Победы, а Борис Алексеевич стал участником знаменитого парада Победы, состоявшегося 24 июня 1945 г.

В январе 1946 г. полковник Б.А. Арчевов получил назначение в Ленинград, где принял командование полком. В том же году в семье появился еще один ребенок – сын Владимир. Ленинград стал для Инны Борисовны по-настоящему родным городом. Здесь похоронены ее родители, и сегодня живут сестра и брат.

В 1949 г. после завершения обучения в средней школе И.Б. Арчева поступила в Ленинградский государственный университет на биолого-почвенный факультет, который окончила в 1954 г. с красным дипломом по специальности «агрехимия и почвоведение». По распределению она приехала в Архангельский научно-исследовательский стационар Академии наук СССР, где начала работать в группе геологов под руководством М.А. Плотникова. В 1957 г. их группу перевели в Коми филиал АН СССР, и Инна Борисовна с мужем, геологом Владимиром Афанасьевичем Молиным, приехала в г. Сыктывкар.



С этого времени почти 60 лет она не меняла места работы, пройдя с Коми филиалом путь его преобразования в Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук. В его структурном подразделении – Институте биологии, организованном в 1962 г., И.Б. Арчева занимала должности младшего, старшего и ведущего научного сотрудника, защитила кандидатскую и докторскую диссертации.

Почвоведение – наука, связанная с длительными экспедиционными исследованиями. Каждое лето муж-геолог отправлялся в экспедицию в одну сторону, а жена-почвовед – в другую. Это не ослабляло семейные узы, которые стали еще более прочными после появления на свет дочери Анны (1959 г.). При огромной увлеченности Инны Борисовны научной работой по избранной специальности ее энергии хватало и на участие в хоре, и на организацию литературных вечеров с обсуждением книжных новинок, и на поездки по республике с научно-популярными лекциями от общества «Знание», и на многое-многое другое...

Вся научная деятельность И.Б. Арчевой посвящена изучению особенностей почвообразования на Севере. С конца 1950-х гг. в окрестностях г. Воркуты под руководством И.С. Хантимера сотрудники Коми филиала АН СССР начали научные исследования с целью выявления возможностей сельскохозяйственного использования тундровых земель. С 1960 г. И.Б. Арчева по приглашению И.С. Хантимера стала работать в его группе как специалист-почвовед. Вопросы, стоящих перед научным коллективом, были актуальными, и их решение имело большое практическое значение для народного хозяйства Республики Коми. Активное развитие в первой половине XX в. Воркутинского угольного месторождения потребовало обеспечения населения заполярного города, численность которого неуклонно увеличивалась, продукцией животноводства. Для развития мясо-молочного направления животноводства требовалось создание местной устойчивой кормовой базы. Использование традиционного в таежной зоне посева овса на корм животным в тундре оказалось неэффективным из-за несоответствия природных условий физиологическим особенностям этого растения, в некоторые годы не дававшего хозяйственно-урожая. Вывозные корма и посев овса не могли обеспечить устойчивое развитие местного животноводства.



Борис Алексеевич и Анна Михайловна Арчевы после свадьбы. 1928 г.

Результатом исследований коллектива явилась разработка к концу 1960-х гг. географической адаптированной системы земледелия и растениеводства (технологии сельскохозяйственного освоения земель водораздельной территории), основанной на использовании метода залужения.

Суть данного метода состоит в создании многолетней агроэкосистемы лугового типа посевом смеси специально подобранных видов злаков, адаптированных к природно-климатическим условиям тундры. Разработанная технология включает создание многолетнего травянистого сообщества, режимы ухода за агроценозом и его лугопастбищного использования. Исследования сеяных лугов, созданных на месте целинных тундр, которые в дальнейшем были продолжены под руководством Н.С. Котелиной и И.Б. Арчевой, доказали эффективность метода залужения. В 1970-80-е гг. метод был внедрен в практику заполярных совхозов, расположенных в окрестностях Воркуты. В одном из хозяйств (совхозе «Центральный») было создано около 10 тыс. га сеяных лугов. Мониторинг, проводимый несколькими поколениями специалистов Института биологии более 50 лет, показал, что при минимальном уходе и без пересева растений агроценозы из многолетних трав сохраняют высокую продуктивность в течение более 40 лет. Аналогов подобных экспериментов в мире нет до сих пор.

Результаты этих многолетних исследований, опубликованные в многочисленных статьях и нескольких монографических сводках, соавтором которых является И.Б. Арчева, имеют важное значение для общей теории луговедения, демонстрируют возможность практического использования инновационной научной разработки в экстремальных природно-климатических условиях.

Исследование особенностей состава, профильной дифференциации гумуса в целинных и освоенных тундровых почвах, возможностей их сельскохозяйственного освоения дало И.Б. Арчевой обширный материал для написания кандидатской диссертации. Квалификационную работу она выполнила под руководством известного почвовед В.В. Пономаревой. На большом массиве фактических данных Инна Борисовна продемонстрировала, что почвы тундровых микрокомплексов, наиболее широко распространенных в автоморфных условиях типов ландшафтов, характеризует единый тип морфологического строения, представленный схематическим профилем:  $A_0+A_1kr - Gtx - Vg$ . Наиболее важной особенностью строения природных тундровых почв является резкая граница между органогенной и минеральной частями профиля, что связано с накоплением в органогенном слое основной массы корней, максимальной численностью беспозвоночных, микроорганизмов, аккумуляцией гумуса и элементов-биогенов. В связи с этим в пределах микрокомплексов почвы различаются в основном на количественном уровне только в верхней биогеоаккумулятивной части, что обусловлено колебаниями экологических условий в связи с характером микрорельефа. Минеральная толща испытывает слабое воздействие со стороны биоты. Лизиметрические исследования показали, что из-под органогенного слоя в минеральную толщу поступают низкоминерализованные, слабокислые растворы с низким содержанием водорастворимого органического вещества. Это отражает закономерное в экологических условиях тундры ослабление процессов трансформации малозольных кустарниково-моховых растительных остатков.

Следует особо отметить, что И.Б. Арчевой впервые изучено воздействие промораживания на почвенное органическое вещество. В модельном опыте по специально разработанной ею методике оценено воздействие сезонного промерзания на формирование гумусового (новообразованного) профиля. Показано, что под влиянием про-

мораживания гумусовых веществ в почвенных образцах состав новообразованного гумуса дифференцируется по профилю в результате развития процессов коагуляции. Степень количественного проявления изменений гумуса связана с условиями увлажнения. Сопоставление аналитических данных и микроморфологического изучения колонок позволило связать гуминовые вещества с облакоподобными образованиями, которые не отмечены в нижней части модельного профиля. Наиболее обильные скопления потечного гумуса на глинистых скорлупах, возможно, связаны с поглощением (закреплением морозной коагуляцией) новообразованных дисперсных веществ (типа фульвокислот).

В результате многолетних изысканий было установлено, что воздействие промораживания на новообразованный «гумусовый профиль» имеет разносторонний эффект в зависимости от условий формирования объекта. Главный эффект связан с коагулированием, агрегированием органо-минеральных веществ, закреплением в зоне образования крупнодисперсных новообразованных продуктов разложения растительного материала. Аккумуляция гуминовых веществ обеспечивает ослабление потери минеральной массы (илистых частиц) из верхнего слоя опытных колонок с разлагавшимися на поверхности растительным материалом и без него. Выявлено, что профилем распределение содержания и состава гумуса характеризуется ясно выраженной аккумуляцией на поверхности минеральной толщи грубогумусового органического вещества с максимальным по профилю содержанием группы гуминовых веществ (гуминовых кислот). На границе с минеральной частью формируется гумусо-аккумулятивный маломощный слой криогенно-коагуляционного генезиса (гор.  $A_1kr$ ). Минеральную толщу под органогенным слоем характеризуют низкое содержание и резко иной качественный состав гумуса, obligatory закрепление водомиграционных веществ группы фульвокислот. При застое растворов в теплое время года и существом воздействием промораживания в зимний период формируется пропитанно-гумусовый тип накопления дисперсных органических веществ в глеево-тисотропном слое. Материалы исследований этого периода обобщены И.Б. Арчевой в монографии «Гумусообразование на севере европейской территории СССР» (Л.: Наука, 1985).

Дальнейшее осмысление результатов натуральных и экспериментальных исследований с системных позиций позволило И.Б. Арчевой объяснить причину повышенной уязвимости тундровых биоценозов к техногенным (особенно механическим) воздействиям и их медленно-самовосстановления. Она впервые обратила особое внимание на то, что суровый режим промерзания-оттаивания и связанные с ним неблагоприятные свойства, ограничивая возможность освоения биотой минеральной толщи, обуславливают сокращение зоны биологического оборота веществ, замыкающейся в пределах небольшого по мощности поверхностного биологически активного слоя, продуцируемого самой биотой. Эти умозаключения были положены И.Б. Арчевой в основу новых теоретических представлений о сущности почвы и концепции ускоренного природовосстановления на Крайнем Севере. Сформулированные ею представления о биологической сущности почвообразования (почвенном теле, ограниченном органогенными горизонтами профиля) и функционирования почвы в рамках конкретной природной или культурной биоценотической системы можно рассматривать как новую парадигму в почвоведении.

Примененный ею новый теоретический системный подход позволил рассматривать почву как результат комплексного природно-эволюционного развития экосистемы. Была выявлена главная роль типа растительного сообщества в формировании типа почвы. Согласно тео-

ретическим построениям И.Б. Арчевой, собственно почвой в ее природно-эволюционном значении является биогенно-аккумулятивный (продуктивный) слой. Рыхлая подпочвенная минеральная порода, традиционно рассматриваемая почвоведом как минеральный почвенный профиль, – сопутствующее почве и генетически связанное с ней новое образование. Почва как система открытого типа под воздействием миграции водорастворимых органических веществ воздействует на подпочвенную породу, способствуя формированию в ней определенного типа образования – элювиально-иллювиального в таежной зоне, поверхностно-глеевого – в тундре. Под биогенно-аккумулятивным слоем минеральная порода приобретает строение в соответствии с климатическими условиями, водным режимом, типом биоты, составом фитомассы и особенностями биологического оборота органического (растительного) вещества.

С этих теоретических позиций естественные и культурные почвы являются самостоятельными образованиями, развивающимися под воздействием специфических и самостоятельных процессов почвообразования, отражающих зональные особенности природных условий Крайнего Севера. Принципиальной задачей в формировании культурной почвы при сельскохозяйственном освоении и восстановлении нарушенных ландшафтов в данном регионе является, по мнению И.Б. Арчевой, приведение в соответствие друг другу базовых структур биогеоценоза (любого типа) – растительного культурного сообщества, живого комплекса и освоенного субстрата с учетом экологических условий региона.

На основе данного системного подхода в 1990-е гг. Инна Борисовна разработала методологию и сформулировала основные принципы рационального природопользования и ускоренного самовосстановления нарушенных экосистем Крайнего Севера, совместно с коллегами запатентовала способы биологической рекультивации антропогенно трансформированных территорий. Рациональное природопользование должно, с одной стороны, в системе мер, направленных на стабилизацию экологической ситуации, предусматривать деятельность в сфере создания особо охраняемых природных территорий и управления ими. С другой стороны, важно обеспечивать своевременную реализацию научно обоснованных с учетом специфики региона мероприятий, направленных на ускорение восстановления разрушенных природных экосистем.

Главное значение в управляемом процессе восстановления растительной составляющей биотической компоненты экосистем тундровой и таежной зон имеют закрепление техногенного субстрата и формирование нового продуктивного слоя. Необходимость разработки системы ускоренного восстановления разрушенных биогеоценозов определяет также особый характер хозяйствования местного (коренного) населения с опорой на природные биологические ресурсы при слабом развитии земледелия. Эколого-социальная специфика Севера обуславливает иную, по сравнению с сельскохозяйственными регионами и традиционными для них приемами рекультивации, систему приемов, целью которой становится восстановление в антропогенно трансформированных ландшафтах экосистем, по типу возможно более близких к природно-эволюционным биогеоценозам.

Разработанная под руководством И.Б. Арчевой практическая схема «природовосстановления» нарушенных экосистем Севера состоит из двух этапов. На первом «интенсивном» этапе с помощью агроприемов (внесение удобрений, посев местных видов многолетних трав) за короткий срок (три-четыре года) создается устойчивое продуктивное растительное сообщество и соответствующий ему продуктивный слой, т.е. почва. В течение этого периода за посевами трав осуществляют уход. На первом этапе восстанавливается биологический круговорот органического вещества. Благодаря задерняющим свойствам многолетних трав предотвращается возможность развития ускоренной эрозии. После достижения растительностью общего проективного покрытия не менее 70 % уход за травами прекращают. В течение второго «ассимиляционного» этапа сеяное сообщество травянистых растений постепенно замещает зональный тундровый или таежный (лесной) фитоценоз. При этом с преобразованием растительного сообщества и характера биологического оборота органического (растительного) вещества происходит изменение продуктивного почвенного слоя, приобретающего характерный для зональных почв облик и свойства. Продолжительность второго этапа в зависимости от конкретных условий (отсутствие повторных антропогенных нарушений) составляет в тундре около 20-25 лет.

Специалистами Института биологии начаты исследования в таежной зоне, направленные на сокращение продолжительности «ассимиляционного» этапа схемы «природовосстановления». По сравнению с традиционным



И.С. Хантимер с почвоведом И.Б. Арчевой (справа), геоботаником Н.С. Котелиной (слева) на поле овса в середине июня 1967 г.



Сбор образцов для анализов. 1989 г.



пониманием рекультивации, сложившимся в сельскохозяйственных районах на основе ресурсного подхода, главной целью которой является возврат посттехногенного участка в хозяйственное использование, разработанная под руководством И.Б. Арчевой система «природопользования» представляет «природовосстановление» посттехногенных территорий как единую систему «природопользование–природовосстановление», направленную на сохранение устойчивости (стабильности) глобальной системы Земли – биосферы. Естественный самовосстановительный процесс продолжается 50 и более лет.

В 1995 г. Инна Борисовна обобщила итоги многолетних исследований и успешно защитила по совокупности опубликованных работ докторскую диссертацию на тему «Экологические особенности почвообразования и схема биологической рекультивации на Крайнем Севере России».

Всегда стремясь внедрять результаты научных исследований в практику, И.Б. Арчева руководила и непосредственно участвовала в разработке приемов, оптимизирующих процесс «ускоренного природовосстановления», в частности, технологии получения органо-минерального удобрения на основе отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Биологически активное органо-минеральное удобрение было применено как для восстановления нарушенных экосистем, так и в сельскохозяйственных целях на Ямале, а также в Ухтинском, Усинском и Сыктывдинском районах Республики Коми. Использование предлагаемой биотехнологии позволяет сократить добычу торфа, сохраняя болота – важный регулятор водного режима на значительных территориях. Создано несколько видов микробиологических препаратов (биосорбентов), позволяющих оптимизировать очистку нефтезагрязненных объектов (почвы и водоемы), разработаны технологии их получения. Результаты исследований запатентованы и прошли производственные испытания. Предложен научно обоснованный комплекс приемов восстановления нарушенных и загрязненных нефтью земель, который многократно испытан. Подготовлены рекомендации, дающие ясное распределение затрат по этапам работ, что позволяет в комплексе планировать эколого-экономические затраты.

Не менее значим вклад И.Б. Арчевой в научно-организационную работу. По ее инициативе с 1991 г. в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН регулярно проходят конференции по теме «Освоение Севера и проблемы природовосстановления». Многие годы она была членом диссертационного совета, оппонировала диссертационные работы.

Талант педагога позволил Инне Борисовне воспитать не одно поколение специалистов в Сыктывкарском лесном институте и Ухтинском государственном техническом университете. Она написала учебное пособие по курсу «Экологические основы природовосстановления на Севере». Под руководством И.Б. Арчевой одаренными молодыми исследователями, которые по праву называют ее своим наставником, успешно выполнено несколько диссертационных работ. Многие годы Инна Борисовна входила в состав научно-издательского совета Института биологии, она ответственный редактор 17 изданий (монографии и материалы конференций).

Результатом активной научной деятельности И.Б. Арчевой стали не только многочисленные научные публикации (более 300) и практические предложения, но и блестящие выступления с докладами на конференциях, совещаниях, симпозиумах по актуальным проблемам почвоведения и охраны окружающей среды. Она обладает замечательным свойством быстро находить контакт и с маститыми учеными, и с молодыми начинающими исследователями, вдохновляя и тех и других своими планами научного поиска, организаторским энтузиазмом и энергичным стремлением к достижению поставленных целей.

И.Б. Арчева обладает высокой культурой и незаурядными личными качествами: широтой взглядов, умением глубоко проникнуть в сущность самых сложных проблем. Инна Борисовна не только известный ученый и организатор науки, но и цельная личность. Для нее характерны интеллигентность и высокая нравственность, принципиальность и бескомпромиссность, объективность и надежность, ответственное отношение к любой работе, огромное личное обаяние, душевная доброта, бескорыстие, неиссякаемая энергия и жизнелюбие. Все это достойно глубокого уважения.

Многолетний добросовестный труд И.Б. Арчевой отмечен премией Правительства Республики Коми в области научных исследований (2010 г.), бронзовой медалью ВДНХ СССР (1984 г.), медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2007 г.), почетными грамотами РАН и профсоюза работников РАН, Совета Министров Коми АССР, Республики Коми, Минприроды Республики Коми и г. Сыктывкара, почетным званием «Заслуженный работник Республики Коми».

С 1 января 2016 г., выйдя на пенсию, Инна Борисовна Арчева продолжает научно-консультационную работу в лаборатории биологии почв отдела почвоведения Института биологии.

*С.В. Дегтева, Е.М. Лаптева*