

## Исследование филогенеза подрода *Polyommatus* (s. str) Latreille, 1804 (Lepidoptera: Lycaenidae) с использованием маркеров мтДНК. Часть I

### Phylogenetic analysis of subgenus *Polyommatus* (s. str) Latreille, 1804 (Lepidoptera: Lycaenidae) based on mtDNA markers. Part I

Д.И. Водолажский<sup>1</sup>, Б.В. Страдомский<sup>2</sup>  
D.I. Vodolazhsky<sup>1</sup>, B.V. Stradomsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный научный центр РАН, пр. Чехова, 41, Ростов-на-Дону 344006 Россия

<sup>2</sup>Ростовское отделение Русского энтомологического общества, а/я 3318, Ростов-на-Дону 344092 Россия

<sup>1</sup>South Scientific Centre RAS, Chekhov str., 41, Rostov-on-Don 344006 Russia. E-mail: vodolazhski@mmbi.krinc.ru

<sup>2</sup>Rostov branch of Russian Entomologic Society, PO Box 3318, Rostov-on-Don 344092 Russia. E-mail: bvstr@yandex.ru

**Ключевые слова:** *P. icarus*, *P. icadius*, *P. eros*, филогенез, ген COI.

**Key words:** *P. icarus*, *P. icadius*, *P. eros*, phylogenesis, COI gene.

**Резюме.** Изучение нуклеотидных последовательностей митохондриальной ДНК гена COI показало высокую внутри- и межпопуляционную генетическую однородность таксонов *Polyommatus* (s. str.). Сравнительный анализ структуры гена COI изученных экземпляров показал наличие всего лишь трех четко обособленных групп. Приоритетными видами в этих группах являются *P. eros* (Ochsenheimer, 1808), *P. icarus* (Rottemburg, 1775) и *P. icadius* (Grum-Grshimailo, 1890). Наиболее филогенетически древней является группа *P. eros*. Отмечен высокий уровень генетической близости таксонов этой группы. Различия в последовательностях ДНК между *P. eros*, *P. eroides* (Fivaldszky, 1835), *P. eroides tshetverikovi* Nekrutenko, 1977, *P. meoticus* Zhdanko et Stshurov, 1998, *P. eroides erotulus* Nekrutenko, 1985 и *P. kamtshadalis taimyrensis* Korshunov, 1982 составляют от 0.0% до 0.3%. Такой уровень различий позволяет считать их только подвидами *P. eros* и исключает возможность рассматривать их в ранге самостоятельных видов.

Ранее разные авторы уже подчиняли *P. eros* следующие таксоны: *P. eroides*, *P. eroides tshetverikovi* и *P. kamtshadalis taimyrensis*.

Мы также изменяем статус двух таксонов: *P. eros erotulus* Nekrutenko, 1985 и *P. eros meoticus* Zhdanko et Stshurov, 1998 **stat. nov.**

Самой эволюционно молодой ветвью подрода *Polyommatus* (s. str.) является группа *P. icarus*. В рамках данной работы мы находим в составе *P. icarus* несколько подвигов. Экземпляры номинативного подвида *P. icarus icarus* отмечены нами от южной (Италия: Трентино) до северо-восточной Европы (Россия: Коми). Обитающие на юго-востоке западной Палеарктики (Иран) экземпляры относятся к *P. icarus persica* (Bienert, [1870]). Южнорусские бабочки по последовательности ДНК гена COI занимают переходное место между *P. icarus icarus* и *P. icarus persica*.

Неожиданными оказались результаты молекулярно-генетических исследований группы промежуточной между *P. eros* и *P. icarus*. Старшим таксоном этой группы является *P. icadius*. По морфологическим признакам имаго этой группы очень

близки бабочкам *P. icarus*. Однако генетически группа *P. icadius* оказалась значительно ближе к *P. eros*, чем к *P. icarus*. Близкими по последовательности ДНК гена COI к номинативному подвиду *P. icadius icadius* (Grum-Grshimailo, 1890) оказались бабочки с Северного Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау.

Мы обнаружили на Большом Кавказе бабочек с геном COI очень близким к *P. icadius*. Ранее эти голубянки были описаны как *P. elena fominae*. Наши исследования определяют необходимость переподчинения этого таксона: *P. icadius fominae* Stradomsky, 2005. *P. shchurovi* Stradomsky, 2006 отличается морфологически от *P. icadius fominae*, но обе симпатричные формы имеют одинаковую нуклеотидную последовательность ДНК COI. Следовательно, *P. icadius fominae* = *P. shchurovi* Stradomsky, 2006 **syn. nov.**

**Abstract.** A study direct sequences of mtDNA COI gene has shown a high intra- and interpopulation genetic homogeneity in *Polyommatus* (s. str.) taxa. As a comparative analysis of structure of COI gene of studied species demonstrates, there are only three well-defined groups with such priority groups as *P. eros* (Ochsenheimer, 1808), *P. icarus* (Rottemburg, 1775) and *P. icadius* (Grum-Grshimailo, 1890). The group of *P. eros* being the phylogenetically oldest, its taxa show a high level of genetic affinity. Differences in DNA sequences between *P. eros*, *P. eroides* (Fivaldszky, 1835), *P. eroides tshetverikovi* Nekrutenko, 1977, *P. meoticus* Zhdanko et Stshurov, 1998, *P. eroides erotulus* Nekrutenko, 1985, and *P. kamtshadalis taimyrensis* Korshunov, 1982 make up 0.0% to 0.3%. This level of differences allows us to consider them as subspecies of *P. eros* and eliminate the possibility of considering them as independent species.

Previously, various authors have already subordinated *P. eroides*, *P. eroides tshetverikovi*, and *P. kamtshadalis taimyrensis* to *P. eros*.

Also, the authors revise the status of two taxa: *P. eros erotulus* Nekrutenko, 1985 and *P. eros meoticus* Zhdanko et Stshurov, 1998 **stat. nov.**

The group of *P. icarus* is the evolutionary youngest group of subgenus *Polyommatus* (s. str.). As part of

the present some were defined three subspecies within *P. icarus*. The authors have spotted specimens of the nominative subspecies *P. icarus icarus* from Southern Europe (Italy: Trentino) to North-Eastern Europe (Russia: Komi Republic). The specimens from the south-east of the Western Palaearctic (Iran) belong to *P. icarus persica* (Bienert, [1870]). By the sequence of mtDNA COI gene, South-Russian specimens occupy an intermediate position between *P. icarus icarus* and *P. icarus persica*.

Quite unexpected results were obtained from molecular-genetical studies of a group intermediate between *P. eros* and *P. icarus*. *P. icadius* being the oldest taxon of this group, morphologically its imagoes are very close to those of *P. icarus*. However, genetically the group of *P. icadius* turned to be far closer to *P. eros* than to *P. icarus*. The specimens from Dzungarian Alatau and Northern Tien Shan were closely related to the nominative subspecies *P. icadius icadius* (Grum-Grshimailo, 1890) by DNA COI gene.

At the Greater Caucasus Mountain Range the authors found out specimens with COI gene that is very close to *P. icadius*. Formerly the Blue butterflies in question were described as *P. elena fominae*. It is the authors' opinion that the taxon need to be revised as following: *P. icadius fominae* Stradomsky, 2005. Morphologically *P. shchurovi* Stradomsky, 2006 differs from *P. icadius fominae*, but both sympatric forms have identical sequence of DNA COI. Hence, *P. icadius fominae* = *P. shchurovi* Stradomsky, 2006 **syn. nov.**

## Введение

Подрод *Polyommatus* (s. str.) является одним из самых молодых и эволюционно прогрессивных таксонов надвидового уровня подсемейства Polyommatinae. Обилие описанных таксонов видового статуса при отсутствии четких критериев их дифференциальной диагностики, наличие поразительно высокого количества новоописанных видов, сводимых в конечном итоге к синонимам, значительная несогласованность таксономических взглядов на *Polyommatus* (s. str.), существующая между большинством специалистов, буквально требовали проведения дополнительных исследований. В последнее время активно развиваются молекулярно-генетические подходы к изучению таксономии и филогении биологических объектов, в том числе и голубянок. Так, с использованием маркеров митохондриальной ДНК детально изучена филогения такого чрезвычайно богатого видовыми таксонами подрода, как *Agrodiaetus* [Wiemers, 2003; Kandul et al., 2004; Lukhtanov et al., 2005]. Применение этими авторами достаточно нового для зоологии метода позволило в значительной степени преодолеть тот тупик, в который зашли такие исследования видовой специфичности, которые основывались как на традиционных морфологических методах, так даже и на более прогрессивном критерии – изучении строения гениталий. К сожалению, данные по молекулярно-генетическому исследованию подрода *Polyommatus* (s. str.) на настоящий момент в высшей степени малочисленны, фрагментарны и не систематичны. В этой связи, в

настоящем цикле работ осуществлена попытка ревизии существующих таксономических и филогенетических взглядов на подрод *Polyommatus* (s. str.) с применением метода изучения нуклеотидной последовательности митохондриальной ДНК гена, кодирующего первую субъединицу фермента цитохромоксидазы (COI).

Необходимо сразу оговорить круг обследуемых объектов – представителей подрода *Polyommatus* (s. str.). Характерным отличительным признаком этого подрода является следующий критерий: «у самца ункус имеет месяцевидное утолщение на внутренней поверхности (при рассмотрении сбоку)» [Жданко, 1993]. При рассмотрении с вентральной стороны гениталий самцов *Polyommatus* (s. str.) этот специфичный для изучаемого подрода признак выглядит как резко ограниченное полусферическое расширение лопасти ункуса в ее базальной половине (рис. 1) [Страдомский, 2005a].

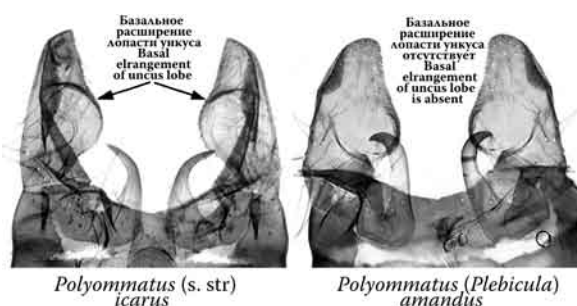


Рис. 1. Гениталии самцов *Polyommatus* (s. str.) и *Polyommatus* (*Plebicula*): ункус, вид с дорсальной стороны.

Fig. 1. *Polyommatus* (s. str.) and *Polyommatus* (*Plebicula*) males genitals: uncus, ventral view.

## Методы исследования

Все исследованные экземпляры *Polyommatus* хранятся в музее Южного Научного Центра Российской Академии наук (ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону). Экземплярам присвоены идентификационные музейные номера.

Данные этикеток изученных экземпляров приведены в приложении.

### Обработка материала и амплификация

Образцы тканей *Polyommatus* доставляли в лабораторию молекулярной генетики объединённого отдела морских и экосистемных исследований ЮНЦ РАН, где их охлаждали до  $-20^{\circ}\text{C}$  и хранили в банке тканей вплоть до проведения экстракции ДНК.

Суммарная геномная ДНК выделялась с использованием стандартного фенол/хлороформного метода органической экстракции в соответствующей модификации [Маниатис и др., 1984] с добавлением протеиназы К и дитиотрейтола [Корниенко и др., 2001].

Участок гена COI митохондриальной ДНК амплифицировали с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР).

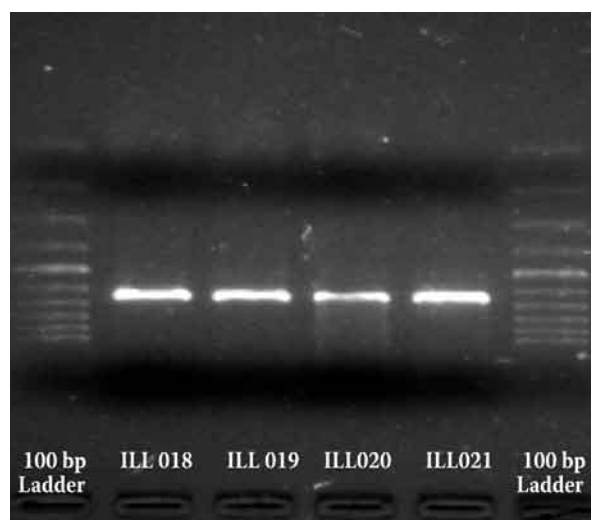
Объем ПЦР смеси составлял 50 мкл и содержал 1,5 мм  $\text{MgCl}_2$ , 5 pmol каждого праймера, 200  $\mu\text{M}$  dNTP, 10 mM Tris-HCl (pH 8,3), 50 mM KCl, 10-50 наногрaммов (1-5  $\mu\text{l}$ ) геномной ДНК, и 1,5 единицы TaqDNA полимеразы. Для получения ПЦР-продуктов использовали следующие праймеры: прямой

(PoIF 5'- TAG CGA AAA TGA CTT TTT TCT A -3') и обратный (PoIR 5'- AAG AAT GAG GTA TTG AGG TTT C -3'). Структура праймеров была подобрана на основании данных EMBL GenBank (Accession numbers GenBank AY556994, AY556968).

Аmplификацию проводили с помощью термоциклера Mastercycler gradient («Eppendorf») с использованием следующей программы:

94°C 4 мин  
94°C 40 сек  
58°C 40 сек 36 циклов  
72°C 40 сек  
4°C Hold

Полученные ПЦР-продукты разделяли методом гелелектрофореза в 2%-ой агарозе в присутствии бромид этидия.



Очистку ПЦР-продуктов перед проведением второй секвенирующей амплификации проводили с использованием колонок MSB Spin PCRapace (Invitex).

#### Секвенирование

Секвенирование амплифицированных фрагментов проводили с использованием флуоресцентно меченных ddNTP ("DNA Sequencing Kit, BigDye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction", Applied Biosystems, USA). Продукты реакции очищали от флуоресцентно меченных ddNTP на колонках CentriSep (Applied Biosystems, USA).

Разделение амплифицированных фрагментов проводили с помощью автоматического секвенатора ABI PRISM 3100 (Applied Biosystems). Определение первичной нуклеотидной последовательности проводили с помощью программного пакета "DNA Sequencing Analysis Software", версия 3.7. Анализ первичных нуклеотидных последовательностей проводили с использованием прикладной программы BioEdit Sequence Alignment Editor версии 7.0.5.3 [Hall, 1999]. Отличия первичных нуклеотидных последовательностей определялись количественно, с использованием параметрической модели Kimura-2 [Kimura, 1980], и графически представлялись в виде NJ - кладограммы [Saitou, Nei, 1987].

## Результаты и обсуждение

Анализ полученных результатов исследования нуклеотидных последовательностей митохондриальной ДНК гена COI показал очень высокую степень как

внутри-, так и межпопуляционной генетической однородности исследованных таксонов. Так, в типовом для подрода виде *P. icarus* (Rottemburg, 1775) (а точнее, для его номинативного подвида *P. icarus icarus*) различия между экземплярами из южной (область Трентино, Италия) и северо-восточной Европы (республика Коми, Россия) составили лишь 0.2%. Для географически близко расположенных популяций подрода *Polyommatus* (s. str.), локализованных, например, в Карачаево-Черкесии (4 экз.) или же в дельте р. Дон (3 экз.), внутритаксонные различия вообще отсутствовали (= 0.0%). Такая генетическая однородность явно свидетельствует в пользу эволюционной молодости изучаемых таксонов.

В то же время, морфологические и даже генитальные различия между особями внутри этих популяций были такими существенными, что позволяли описывать отдельные таксоны как подвида, так даже и видового статуса [Страдомский, 2005б; Страдомский, 2006]. Тем не менее, высокая пластичность фенотипа и зависимость морфологических признаков от изменений физических факторов среды обитания у дневных бабочек давно известна [Яхонтов, 1935]. В последние годы появились дополнительные данные о влиянии на фенотипические характеристики имаго *P. icarus* видовой принадлежности кормового растения его гусениц, а также химического состава кормовой базы [Knüttel, Fiedler, 2000; Knüttel, 2003].

Таким образом, можно заключить, что за некоторые видоспецифичные признаки могут быть ошибочно приняты частные варианты фенотипа, определяемые особенностями развития отдельного экземпляра либо даже популяции, существующей в однородных, но специфичных условиях. В этой связи необходимо также принимать во внимание широчайшее географическое распространение подрода *Polyommatus* (s. str.), его приспособленность к самым разнообразным климатическим условиям и полифагию, присущую многим его представителям. В данных условиях особенно важен выбор молекулярно-биологического маркера, приемлемого в качестве объективного критерия при таксономической и филогенетической ревизии таксона. Использование весьма консервативного и практически не зависящего от влияния внешней среды митохондриального гена COI в данном случае представляется особенно оправданным.

Локализация исследованных экземпляров подрода *Polyommatus* (s. str.) представлена на рис. 2 (color plate 1) и охватывает большую часть западной Палеарктики. Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей ДНК гена COI изученных экземпляров с помощью филогенетических моделей показал наличие всего лишь трех четко обособленных групп в дендрограмме (color plate 1: рис. 3). Приоритетными видовыми таксонами в этих группах являются *P. eros* (Ochsenheimer, 1808), *P. icarus* и *P. icadius* (Grum-Grshimailo, 1890). Максимально близкой к внешней группе сравнения, а соответственно, наиболее филогенетически древней является группа *P. eros*. В первую очередь обращает на себя внимание высокая степень генетической близости таксонов, входящих в эту группу. Так, различия в последовательностях ДНК между *P. eros*, *P. eroides*

(Frivaldszky, 1835), *P. eroides tshetverikovi* Nekrutenko, 1977, *P. meoticus* Zhdanko et Stshurov, 1998, *P. eroides erotulus* Nekrutenko, 1985 и *P. kamtshadalis taimyrensis* Korshunov, 1982 составляют от 0.0% до 0.3% в различных парных комбинациях этих таксонов (рис. 6). Фактически такой уровень различий позволяет считать их подвидами приоритетного вида *P. eros* и исключает возможность рассматривать их в ранге самостоятельных видов. Морфологически перечисленные таксоны очень близки (color plate 1: рис. 4). Также большое сходство имеют и гениталии самцов этих подвигов [Страдомский, 2005а].

Разными авторами ряд таксонов группы *P. eros* уже был переподчинен этому приоритетному виду:

- *P. eros eroides* (Frivaldszky, 1835):

"*Lycaena Eros v. Eroides* Friv." Heydenreich 1851: 309.

"*Eros*. O. Var. *Eroides*, Friv." [Круликовский, 1891: 223].

- *P. eros tshetverikovi* Nekrutenko, 1977:

"*Polyommatus eros tshetverikovi* Nekrutenko, 1977" [Carbonell, 1993: 229].

"*P. eros* ssp. *tshetverikovi* Nekrutenko, 1977" [Tshikolovets, 2003: 60].

- *P. eros taimyrensis* Korshunov, 1982:

"*P. eros* ssp. *taimyrensis* Korshunov, 1982" [Tshikolovets, 2003: 60].

Дополнительно мы также изменяем статус двух таксонов.

- *P. eros erotulus* Nekrutenko, 1985.

"*Polyommatus eroides erotulus*" [Некрутенко, 1985: 34].

"*Polyommatus erotulus* Nekrutenko" [Carbonell, 1993: 229].

"*Polyommatus erotulus*" (= *Polyommatus eros delessei* Carbonell, 1993: 232) [Tuzov et al., 2000: 191].

- *P. eros meoticus* Zhdanko et Stshurov, 1998 **stat. nov.**:

"*Polyommatus meoticus* Zhdanko et Stshurov" [Жданко, 1998: 49].

"*P. eros* ssp. *tshetverikovi* Nekrutenko, 1977 (= *Polyommatus meoticus* Zhdanko et Stshurov)" [Tshikolovets, 2003: 60].

Наиболее эволюционно молодой ветвью подрода *Polyommatus* (s. str.) является группа *P. icarus* (color plate 1: рис. 3). Относительно небольшие различия в гене COI (рис. 6), а также наличие переходных промежуточных форм свидетельствуют о том, что представители этой группы должны рассматриваться в рамках одного вида *P. icarus*, включающего несколько таксонов подвигового уровня. В рамках данной работы мы можем констатировать наличие в составе *P. icarus* нескольких подвигов. Экземпляры номинативного подвида *P. icarus icarus* отмечены нами от южной до северо-восточной Европы (color plate 1: рис. 2). Обитающие на юго-востоке западной Палеарктики (Иран) экземпляры резко отличаются по габитусу от номинативного подвида (color plate 2: рис. 5), но имеют близкое к *P. icarus icarus* строение гена COI. В свое время они были описаны как "*Lycaena Icarus var. persica*" Bienert, [1870]: 29 и в дальнейшем отмечались в составе этого же вида: "*Lycaena icarus m. persica*" [Яхонтов, 1935: 152]. Последующее сведение этого таксона в младшие синонимы к *P. kashgharensis bienerti* Bálint, 1992 можно считать невалидным, т.к. данное в первоописании название таксона "*persica*" должно быть

подчинено старейшему по приоритету виду, а именно *P. icarus*. Таким образом, валидным необходимо считать *P. icarus persica* (Bienert, [1870]) (= *bienerti* Bálint, 1992).

Обитающие на юге России представители *P. icarus* характеризуются морфологическими признаками, промежуточными между *P. icarus icarus* и *P. icarus persica* (color plate 2: рис. 5). По нуклеотидной последовательности ДНК гена COI эти экземпляры также занимают переходное место между *P. icarus icarus* и *P. icarus persica* (color plate 1: рис. 3).

Неожиданными оказались результаты молекулярно-генетических исследований промежуточной между *P. eros* и *P. icarus* группы. Старшим по приоритету описания таксоном этой группы является *P. icadius*. По всем классическим морфологическим признакам (цвету крыльев, отсутствию краевой каймы на крыле, форме гениталий) имаго этой группы очень близки, а иногда и идентичны бабочкам *P. icarus* (color plate 2: рис. 5). Тем не менее, генетически (по строению гена COI) экземпляры группы *P. icadius* оказались значительно ближе к *P. eros*, чем к *P. icarus* (color plate 2: рис. 5; рис. 6). Так, отличия нуклеотидных последовательностей ДНК гена COI номинативного подвида *P. icadius icadius* и ближайшего к нему *P. eros meoticus* составляют всего лишь 0.8%. В то же время, отличие *P. icadius icadius* от *P. icarus icarus* достигает 2.1%.

В работе Wiemers & Fiedler [2007] на основе анализа громадного материала (236348 межвидовых сравнений) показано, что в 95% случаев межвидовые различия последовательностей ДНК у голубянок составляют 1.9% и более. Для молодых видов этот порог, несомненно, может быть ниже. Следовательно, уровень различий около 2% (рис. 6), а также расположение на разных ветвях дендрограммы (color plate 1: рис. 3) однозначно указывают на видовую самостоятельность *P. icadius*. Генетически близкими к экземплярам номинативного подвида *P. icadius icadius* (Grum-Grshimailo, 1890) оказались бабочки, обитающие в горах Северного Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау (*P. icadius* ssp.). Различия последовательностей ДНК составило 0.5-0.7%.

Несомненный интерес вызывает также факт обнаружения на Большом Кавказе бабочек с геном COI очень близким к *P. icadius*. Отличия последовательностей ДНК составило лишь от 0.0 до 0.5% (color plate 2: рис. 5; рис. 6). Кавказские экземпляры относились к недавно описанному таксону подвигового уровня *Polyommatus elena fominiae* Stradomsky, 2005, имеющему близкие к *P. icarus* морфологические признаки (color plate 2: рис. 5). Однако результаты изучения молекулярно-биологических маркеров определяют необходимость переподчинения этого подвигового таксона: *P. icadius fominiae* Stradomsky, 2005. Также недавно был описан еще один таксон видового уровня – *P. shchurovi* Stradomsky, 2006, обитающий симпатрично с *P. icadius fominiae*, но резко отличающийся от этого таксона по габитусу (color plate 2: рис. 5) и биологическим характеристикам. Тем не менее, различия в структуре гена COI у экземпляров этих таксонов отсутствовали. Таким образом, необходимо сделать вывод о том, что *P. icadius fominiae* = *P. shchurovi* Stradomsky, 2006 **syn. nov.**,

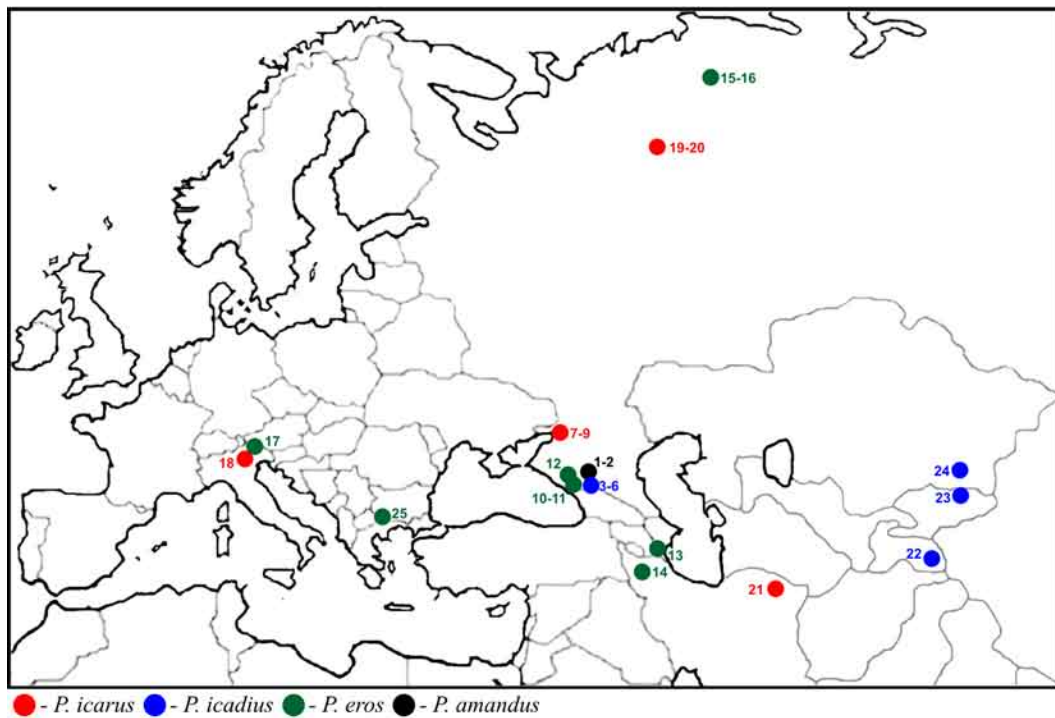


Рис. 2. Локализация изученных экземпляров *Polyommatus* (см. Приложение).  
Fig. 2. Localization of examined specimens of *Polyommatus* (see Appendix).

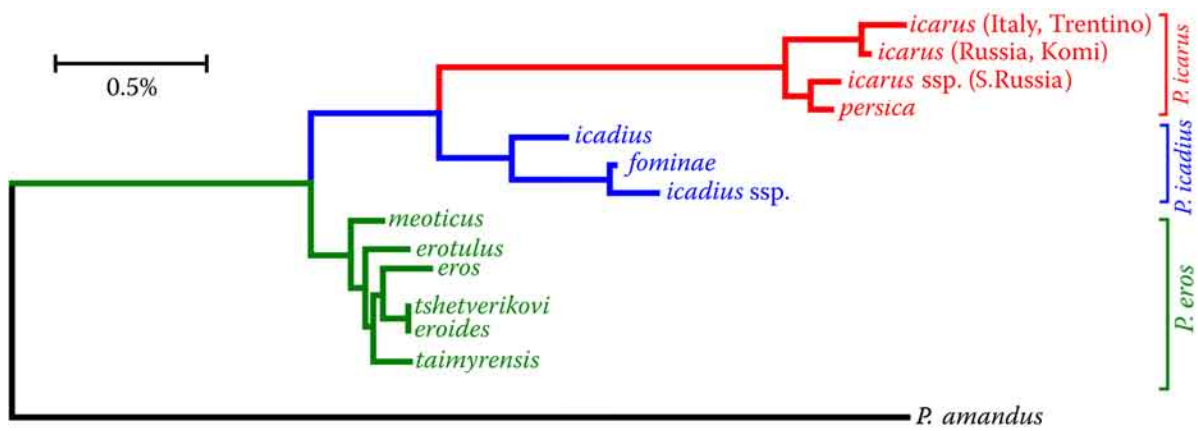


Рис. 3. Подрод *Polyommatus* (s. str.): филогенетическое дерево на основе анализа различий последовательностей ДНК гена COI с применением метода ближайших соседей.  
Fig. 3. Subgenus *Polyommatus* (s. str.): phylogenetic tree based on the neighbor-joining (NJ) method of analysis of distances for COI DNA sequences.

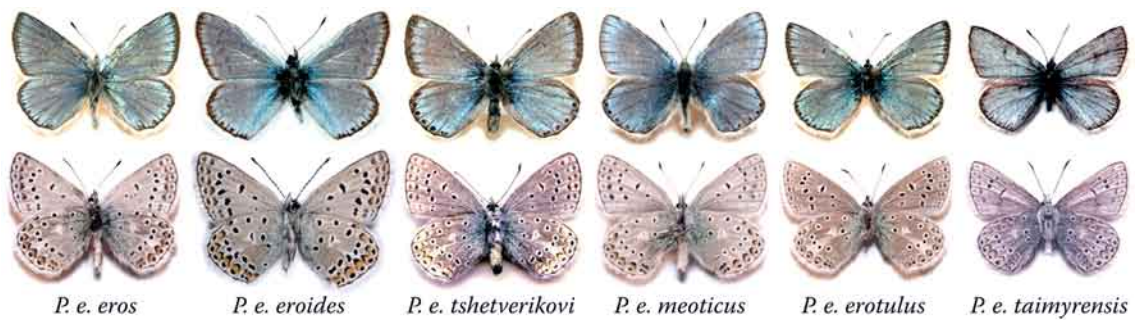


Рис. 4. Группа *Polyommatus eros*: самцы, верхняя и нижняя сторона.  
Fig. 4. *Polyommatus eros*-group: males, upperside and underside.

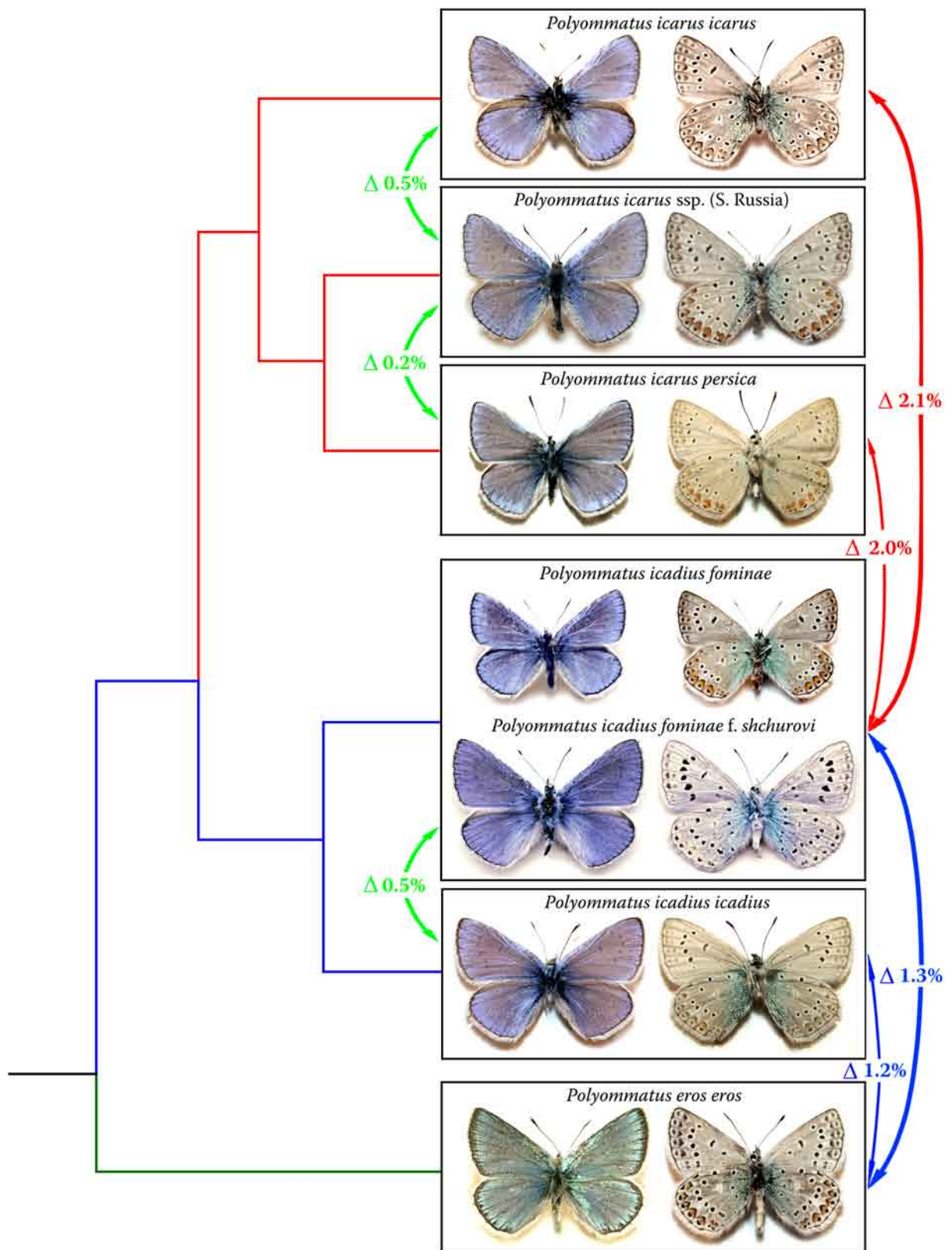


Рис. 5. *Polyommatus icarus*, *P. icadius*, *P. eros*: верхняя и нижняя сторона, различия последовательностей ДНК гена COI.  
Fig. 5. *Polyommatus icarus*, *P. icadius*, *P. eros*: upperside, underside, differences between DNA sequences of the COI gene.

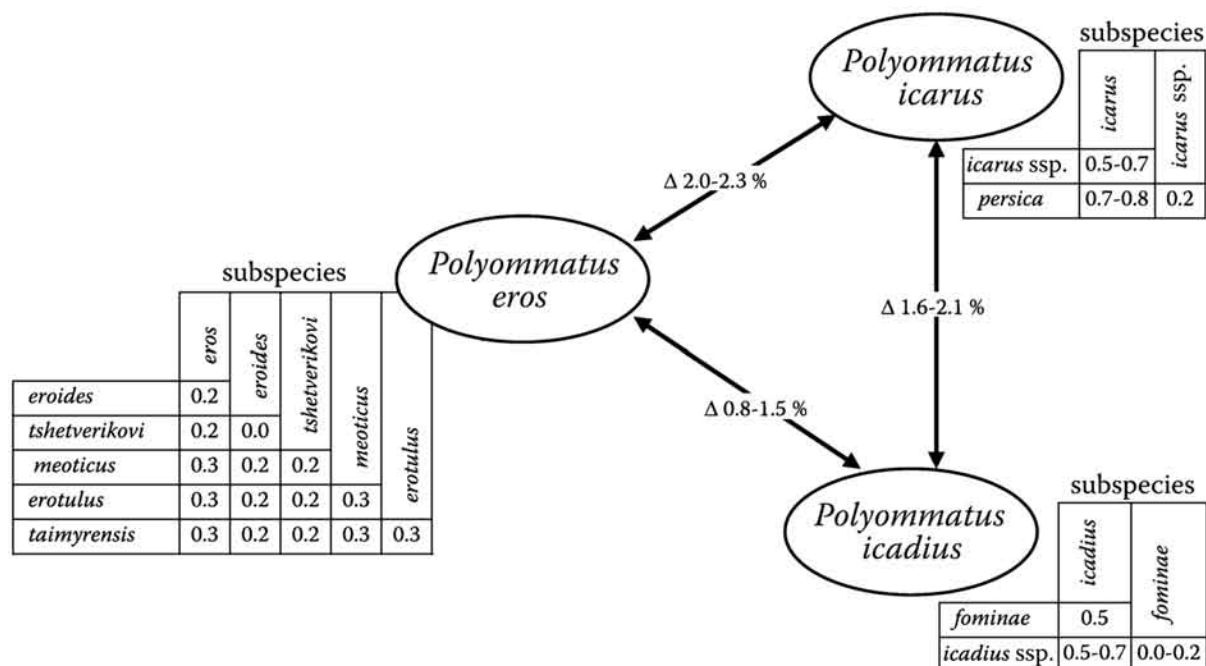


Рис. 6. *Polyommatus* (s. str.): различия последовательностей ДНК гена COI изученных таксонов.  
Fig. 6. *Polyommatus* (s. str.): differences between DNA sequences of the COI gene in examined taxa.

а название таксона *shchurovi* может быть применено лишь при обозначении очень светлой на исподе крыльев формы: *P. icadius fominae* f. *shchurovi*.

Факт наличия двух генераций типичной темной мелкой формы *P. icadius fominae* при том, что обитающие в среднем на 1000 м выше в более бореальных условиях бабочки крупной светлой формы *shchurovi* образуют лишь одно поколение, свидетельствует об очень высокой морфологической, экологической и биологической пластичности видов *Polyommatus*, а также о ведущей роли среды обитания при формировании зачастую очень несхожих между собой форм в рамках одного вида.

Подводя итог настоящей работы, необходимо сделать вывод о том, что применение молекулярно-генетических методов исследования позволило в значительной степени упорядочить таксономию подрода *Polyommatus* (s. str.). Были выявлены филогенетические связи между таксонами и возможная эволюция этой группы: предковая форма → *P. eros* → *P. icadius* → *P. icarus*.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность заведующему объединённым отделом морских и экосистемных исследований ЮНЦ РАН члену-корреспонденту РАН Д.Г. Матишову за всестороннюю помощь и содействие при проведении исследований, Ю.Г. Арзанову (г. Ростов-на-Дону) и В.В. Чиколовцу (г. Киев) за оказанную методологическую помощь, а также W. ten Hagen (Германия), М.Б. Мархасеву (г.

Москва), В.С. Окулову (г. Ижевск), А.Г. Татаринovu (г. Сыктывкар) и В.И. Щурову (г. Краснодар) за помощь с набором фактического материала и плодотворную дискуссию.

## Литература

- Жданко А.Б. 1998. Новые виды голубянок из родов *Callophrys* Billb. и *Polyommatus* Latr. (LEPIDOPTERA, LYCAENIDAE) из Азии и Кавказа // Вестн. КазГУ, сер. Биологическая. 5: 46-52.
- Жданко А.Б. 1993. Нутовая голубянка *Polyommatus icadius* (Lepidoptera, Lycaenidae), ее систематика, биология и распространение // Зоол. журн. 72(7): 80-83.
- Корниенко И.В., Водолажский Д.И., Вейко В.П., Щербаков В.В., Иванов П.А. 2001. Подготовка биологического материала для молекулярно-генетических идентификационных исследований при массовом поступлении неопознанных тел. Ростов-на-Дону: Ростиздат. 256 с.
- Круликовский А. 1891. Опыт каталога чешуекрылых Казанской губернии. I. Rhopalocera. // Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. IV: 200-251.
- Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Д. 1984. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М.: Мир. 480 с.
- Некрутенко Ю.П. 1985. Новые таксоны голубянок (Lepidoptera, Lycaenidae) из Закавказья и Средней Азии // Вестн. зоологии. 4: 29-35.
- Страдомский Б.В. 2005а. Голубянки подсемейства Polyommatinae Европейской России, Центрального и Западного Кавказа. Ростов-на-Дону. 148 с.
- Страдомский Б.В. 2005б. Новый подвид *Polyommatus elena* Stradomsky et Arzanov, 1999 (Lepidoptera: Lycaenidae) из субальпийского пояса Западного Кавказа // Кавказский энтомол. бюлл. 1(2): 151-152.
- Страдомский Б.В. 2006. *Polyommatus shchurovi* sp.n. (Lepidoptera: Lycaenidae) с высокогорья Западного Кавказа // Кавказский энтомол. бюлл. 2(2): 215-216.
- Страдомский Б.В., Тузов В.К., Полумордвинов О.А. 2006. Сравнительная характеристика некоторых таксонов группы *Polyommatus eros* (Lepidoptera: Lycaenidae) с описанием *P. pacificus* Stradomsky et

- Tuzov, sp. n. // Кавказский энтомол. бюл. 2(1): 127-130.
- Яхонтов А.А. 1935. Наши дневные бабочки: Определитель. М.: Учпедгиз. 160 с.
- Bienert T. 1870. Lepidopterologische Ergebnisse einer Reise in Persien in den Jahren 1858 und 1859. Leipzig. Inauguraldissertation: 56 pp.
- Carbonell F. 1993. Contribution à la connaissance du genre *Polyommatus* Latreille (1804): le complexe ultraspécifique de *Polyommatus eros-eroides* au Moyen-Orient et en Transcaucasie (Lepidoptera: Lycaenidae). 1 partie. // Linneana belgica. XIV(4): 227-234.
- Hall T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symp. Ser. 41: 95-98.
- Kandul N.P., Lukhtanov V.A., Dantchenko A.V., Coleman J.W.S., Sekercioglu C. H., Haig D, Pierce N.E. 2004. Phylogeny of *Agrodiaetus* Hübner 1822 (Lepidoptera: Lycaenidae) Inferred from mtDNA Sequences of COI and COII and Nuclear Sequences of EF1- $\alpha$  Karyotype Diversification and Species Radiation // Systematic Biology. 53(2): 278-298.
- Kimura M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences // Journ. Mol. Evol. 16: 111-120.
- Knüttel H. 2003. Flavonoidinduzierte phänotypische Plastizität in der Flügelärbung des Bläulings *Polyommatus icarus* (Lepidoptera: Lycaenidae) und ihre Bedeutung für Partnerwahl und

- Arterkennung. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades. Universität Bayreuth. 233 ss.
- Knüttel H., Fiedler K. 2000. On the use ultraviolet photography and ultraviolet wing patterns in butterfly morphology and taxonomy // Journal of the Lepidopterists' Society. 54(4): 137-144.
- Lukhtanov V.A., Kandul N.P., Plotkin J. B., Dantchenko A.V., Haig D, Pierce N.E. 2005. Reinforcement of pre-zygotic isolation and karyotype evolution in *Agrodiaetus* butterflies // Nature. 436: 385-389.
- Saitou N., Nei M. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees // Mol. Biol. Evol. 4: 406 - 425.
- Tshikolovets V.V. 2003. Butterflies of Eastern Europe, Urals and Caucasus. Kyiv, Brno. 176 pp.
- Tuzov V.K., Bogdanov P.V., Churkin S.V., Dantchenko A.V., Devyatkin A.L., Murzin V.S., Samodurov G.D. & Zhdanko A.B. 2000. Guide to the Butterflies of Russia and Adjacent Territories. Vol. 2. Sofia, Moscow. 580 pp.
- Wiemers M. 2003. Chromosome differentiation and the radiation of the butterfly subgenus *Agrodiaetus* (Lepidoptera: Lycaenidae: *Polyommatus*) – a molecular phylogenetic approach. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität. Bonn. 203 ss.
- Wiemers M., Fiedler K. 2007. Does the DNA barcoding gap exist? – a case study in blue butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae) // Frontiers in Zoology. 4(8). 16 pp.

## Приложение. Исследованные экземпляры видов *Polyommatus*.

### Appendix. *Polyommatus* species sampled in this study.

- N 4 *Polyommatus* (s. str) *icadius fominae* Stradomsky, 2005  
voucher ILL004  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Mts. Mussa-Achitara (2400 m), Karachaj-Cherkesia  
collection date="13-Aug-2007"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATCGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGGAA TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAAGCT CTGGATCCTT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATCTACT TGTTACAGCT CATGCAATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATCGGAGG GTTTGGTAAAC TGATTAGTTC CTTTAAATTT AGGAGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCGTAT TATTACCCCT ATCATTGATA  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAANAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATCTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATTATTAAT  
481 ATACGGGTAA ATAATTTATC TTTTGTATCA ATATCAGTAT TTATTGTAGC AGTAGGAATTT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACTT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 5 *Polyommatus* (s. str) *icadius fominae* Stradomsky, 2005  
voucher ILL005  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Mts. Mussa-Achitara (2400 m), Karachaj-Cherkesia  
collection date="15-Aug-2007"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATCGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGGAA TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAAGCT CTGGATCCTT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATCTACT TGTTACAGCT CATGCAATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATCGGAGG GTTTGGTAAAC TGATTAGTTC CTTTAAATTT AGGAGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCGTAT TATTACCCCT ATCATTGATA  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAANAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATCTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATTATTAAT  
481 ATACGGGTAA ATAATTTATC TTTTGTATCA ATATCAGTAT TTATTGTAGC AGTAGGAATTT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACTT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 6 *Polyommatus* (s. str) *icadius fominae* Stradomsky, 2005  
voucher ILL006  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="female"  
Russia: Mts. Mussa-Achitara (2400 m), Karachaj-Cherkesia  
collection date="9-Sep-2007" ex pupa  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATCGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGGAA TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAAGCT CTGGATCCTT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATCTACT TGTTACAGCT CATGCAATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATCGGAGG GTTTGGTAAAC TGATTAGTTC CTTTAAATTT AGGAGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCGTAT TATTACCCCT ATCATTGATA  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAANAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATCTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATTATTAAT  
481 ATACGGGTAA ATAATTTATC TTTTGTATCA ATATCAGTAT TTATTGTAGC AGTAGGAATTT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACTT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 7 *Polyommatus* (s. str) *icarus* (Rottemburg, 1775) ssp.  
voucher ILL007  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Azov, Rostov-on-Don area  
collection date="3-Jul-2007"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATCGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGGAA TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAAGCT CTGGATCCTT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATCTACT TGTTACAGCT CATGCAATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATCGGAGG GTTTGGTAAAC TGATTAGTTC CTTTAAATTT AGGAGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCGTAT TATTACCCCT ATCATTGATA  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAANAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATCTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATTATTAAT  
481 ATACGGGTAA ATAATTTATC TTTTGTATCA ATATCAGTAT TTATTGTAGC AGTAGGAATTT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACTT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 1 *Polyommatus* (*Plebicula*) *amandus* (Schneider, [1792])  
voucher ILL001  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Gonachkhir (1900 m), Karachaj-Cherkesia  
collection date="31-Jul-2007"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATTTGGAAC ATTTATATTT ATTTTGGGAA TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCCTTAA GAATTTTAAAT TCGTATAGAG TTAAGAGTTC CTGGATCCTT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATCTACT TGTTACAGCT CATGCAATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTTGAGG ATTTTGGCAAC TGATTAGTTC CTTTAAATTT AGGAGCACCT  
241 GATATAGCTT TCCTCGATT AAATAACATA AGATTTTGTAT TATTACCCCT ATCATTGATA  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAANAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACATAGAGGA TCACTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATTATTAAT  
481 ATACGGGTAA ATAATTTATC TTTTGTATCA ATATCAGTAT TTATTGTAGC AGTAGGAATTT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACTT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 2 *Polyommatus* (*Plebicula*) *amandus* (Schneider, [1792])  
voucher ILL002  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="female"  
Russia: Gonachkhir (1900 m), Karachaj-Cherkesia  
collection date="31-Jul-2007"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATTTGGAAC ATTTATATTT ATTTTGGGAA TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCCTTAA GAATTTTAAAT TCGTATAGAG TTAAGAGTTC CTGGATCCTT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATCTACT TGTTACAGCT CATGCAATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTTGAGG ATTTTGGCAAC TGATTAGTTC CTTTAAATTT AGGAGCACCT  
241 GATATAGCTT TCCTCGATT AAATAACATA AGATTTTGTAT TATTACCCCT ATCATTGATA  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAANAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACATAGAGGA TCACTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATTATTAAT  
481 ATACGGGTAA ATAATTTATC TTTTGTATCA ATATCAGTAT TTATTGTAGC AGTAGGAATTT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACTT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 3 *Polyommatus* (s. str) *icadius fominae* Stradomsky, 2005  
voucher ILL003  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Gonachkhir (1900 m), Karachaj-Cherkesia  
collection date="6-Aug-2006"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATCGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGGAA TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAAGCT CTGGATCCTT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATCTACT TGTTACAGCT CATGCAATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATCGGAGG GTTTGGTAAAC TGATTAGTTC CTTTAAATTT AGGAGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCGTAT TATTACCCCT ATCATTGATA  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAANAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATCTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATTATTAAT  
481 ATACGGGTAA ATAATTTATC TTTTGTATCA ATATCAGTAT TTATTGTAGC AGTAGGAATTT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACTT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC



- N 8 *Polyommatus* (s. str) *icarus* (Rottemburg, 1775) ssp.  
voucher IL1008  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Azov, Rostov-on-Don area  
collection date="11-Oct-2007 ex pupa"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 9 *Polyommatus* (s. str) *icarus* (Rottemburg, 1775) ssp.  
voucher IL1009  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="female"  
Russia: Dugino, Azov distr., Rostov-on-Don area  
collection date="14-Jul-2007 ex pupa"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 10 *Polyommatus* (s. str) *eros tshetverikovi* Nekrutenko, 1977  
voucher IL1010  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: pass Krutoj (1760-2900 m), Krasnodar Prov  
collection date="19-Jul-2007"  
collected by="V. Shchurov"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 11 *Polyommatus* (s. str) *eros tshetverikovi* Nekrutenko, 1977  
voucher IL1011  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: pass Krutoj (1760-2900 m), Krasnodar Prov  
collection date="19-Jul-2007"  
collected by="V. Shchurov"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 12 *Polyommatus* (s. str) *eros meoticus* Zhanko et Stshurov, 1998  
voucher IL1012  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Azish-Tau (1465 m), Adygeya  
collection date="22-Jul-2006"  
collected by="V. Shchurov"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 13 *Polyommatus* (s. str) *eros erotulus* Nekrutenko, 1985  
voucher IL1013  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Azerbaijan: Mistan (2100 m), Talysh  
collection date="15-Jul-2003"  
collected by="I. Plyushch"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 14 *Polyommatus* (s. str) *eros erotulus* Nekrutenko, 1985  
voucher IL1014  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="female"  
Iran: S Tabriz (2800-3050 m), Azarbaijan-e Sharqi  
collection date="13-Aug-2003"  
collected by="W. ten Hagen"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 15 *Polyommatus* (s. str) *eros taimyrensis* Korshunov, 1982  
voucher IL1015  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="female"  
Russia: Polar. Ural, Komi Republic  
collection date="18-Jul-2005"  
collected by="V. Okulov"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 16 *Polyommatus* (s. str) *eros taimyrensis* Korshunov, 1982  
voucher IL1016  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Polar. Ural, Komi Republic  
collection date="18-Jul-2005"  
collected by="V. Okulov"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 17 *Polyommatus* (s. str) *eros eros* (Ochsenheimer, 1808)  
voucher IL1017  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Italy: Taufers, S.Tirol  
collection date="06-Jul-2004"  
identified by="W. ten Hagen"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 18 *Polyommatus* (s. str) *icarus icarus* (Rottemburg, 1775)  
voucher IL1018  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Italy: near Trento (500-700 m)  
collection date="11-May-2005"  
collected by="B. Stradomsky"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC
- N 19 *Polyommatus* (s. str) *icarus icarus* (Rottemburg, 1775)  
voucher IL1019  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Ukhka, Komi Republic  
collection date="10-Jul-2005"  
collected by="A. Tatarinov"
- 1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTTT ATTTTGGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG GTTTGGTAAC TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGGCACCT  
241 GACATAGCCT TCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTTC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAGAAAAT GGAGCAGGAA CAGGATGAAC AGTTTACCCT  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTCTCTCTT  
421 CATTAGCTG GAATTTCTTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAA TATTAATTAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGATCAA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC

N 20 *Polyommatus* (s. str) *icarus icarus* (Rottemburg, 1775)  
voucher ILL020  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Russia: Ukhta, Komi Republic  
collection date="10-Jul-2005"  
collected by="A. Tatarinov"

1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT CGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG ATTTGGTAACT TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGACACCT  
241 GACATAGCCT TCCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTCC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAAGAAAT GGGGACAGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTTCTCTTT  
421 CATTTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATCATTAAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGTATCA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC

N 21 *Polyommatus* (s. str) *icarus persica* (Bienert, 1870)  
voucher ILL021  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Iran: N Torbat-e-Heydariyeh (1700 m), Khorasan  
collection date="30-Jul-1998"  
collected by="W. ten Hagen"

1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT CGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG ATTTGGTAACT TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGACACCT  
241 GACATAGCCT TCCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTCC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAAGAAAT GGGGACAGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTTCTCTTT  
421 CATTTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATCATTAAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGTATCA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACAGGATC

N 22 *Polyommatus* (s. str) *icadius icadius* (Grum-Grshimailo, 1890)  
voucher ILL022  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Tajikistan: lake Dunkel'dyk (4100 m), S.-E. Pamir  
collection date="20-Jul-1996"  
collected by="A. Sotshivko"

1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT CGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATTGGAGG ATTTGGTAACT TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGACACCT  
241 GACATAGCCT TCCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTCC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAAGAAAT GGGGACAGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTTCTCTTT  
421 CATTTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATCATTAAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGTATCA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC

N 23 *Polyommatus* (s. str) *icadius* (Grum-Grshimailo, 1890) ssp.  
voucher ILL023  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Kirgizstan: Chon-Kemin riv. (1700 m), Zailiysky Mts.  
collection date="10-Jun-2003"  
identified by="B. Stradomsky"

1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATCGGAGG GTTTGGTAACT TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGACACCT  
241 GACATAGCCT TCCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTCC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAAGAAAT GGGGACAGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTTCTCTTT  
421 CATTTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATCATTAAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGTATCA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC

N 24 *Polyommatus* (s. str) *icadius* (Grum-Grshimailo, 1890) ssp.  
voucher ILL024  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="female"  
Kazakhstan: near Kapchagaj, Dzhungarsky Mts.  
collection date="8-May-2007"  
identified by="B. Stradomsky"

1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATCGGAGG GTTTGGTAACT TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGACACCT  
241 GACATAGCCT TCCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTCC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAAGAAAT GGGGACAGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTTCTCTTT  
421 CATTTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATCATTAAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGTATCA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC

N 25 *Polyommatus* (s. str) *eroides* (Fivaldszky, 1835)  
voucher ILL025  
cytochrome oxidase subunit I, (coI) gene, mitochondrial.  
sex="male"  
Bulgaria: Dibrinishte (1500-1600 m), Pirin Mts.  
collection date="05-Jul-1999"  
collected by="M. Markhasiov"

1 AATCATAAAG ATATTGGAAC ATTATACCTT ATTTTGGAG TTTGAGCAGG AATAGTAGGA  
61 ACATCATTAA GAATTCCTAAT TCGTATAGAA TTGAGAACC CTGGATCATT AATTGGAGAT  
121 GATCAAAATTT ATAATACTAT TGTTACAGCT CATGCATTTA TTATAATTTT TTTTATAGTT  
181 ATACCCATTA TAATCGGAGG ATTTGGTAACT TGATTAGTTC CTTTAATATT AGGGACACCT  
241 GACATAGCCT TCCCTCGATT AAATAATATA AGATTCTGAT TATTACCTCC ATCATTGATT  
301 CTACTAATTT CTAGAAGAAT TGTAAGAAAT GGGGACAGAA CAGGATGAAC AGTTTATCCC  
361 CCACITTCAT CTAATATTGC ACACAGAGGA TCTTCTGTAG ATTTAGCAAT TTTTCTCTTT  
421 CATTTAGCTG GAATTCCTC AATTTTAGGA GCAATTAATT TTATTACAAC TATCATTAAAT  
481 ATACGAGTAA ATAATTTATC CTTTGTATCA ATATCATTAT TTATTTGAGC AGTAGGAATT  
541 ACAGCATTAT TATTACTTTT ATCTTTACCT GTATTAGCTG GAGCAATTAC TATATTATTA  
601 ACTGATC