

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

RESEARCH ARTICLES

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННЫЙ СТАТУС
МАЛОАЗИАТСКОГО ТРИТОНА,
OMMATOTRITON OPHRYTICUS (AMPHIBIA: CAUDATA)

С. Н. Литвинчук

Институт цитологии РАН, Россия
e-mail: litvinchukspartak@yandex.ru

Поступила в редакцию: 23.08.2016

В России малоазиатский тритон отмечен в 153 локалитетах в предгорных и горных районах на территории Краснодарского и Ставропольского краев, а также республиках Адыгея и Карачаево-Черкесия на северо-западе Кавказа. Кроме того, этот вид населяет северо-восточную Турцию (55 локалитетов) и западное Закавказье (111 локалитетов). Была предложена ГИС-модель распространения этого вида, построенная с использованием географических и биоклиматических данных, для поиска наиболее пригодных для *Ommatotriton ophryticus* мест обитания. Полученная модель хорошо согласуется с ранее известным ареалом этого вида. Наиболее важными при построении этой модели оказались два биоклиматических параметра (температурная сезонность и количество осадков в наиболее сухом месяце), которые внесли в нее наибольший вклад (65%). Проецирование этой модели на условия, прогнозируемые для будущего (2070 г.) показало, что ареал *O. ophryticus* может заметно сократиться на северных и южных своих границах и, особенно, на территории восточной Грузии и Армении. Этот тритон внесен в Красные книги Российской Федерации, Армении, Краснодарского края и республик Адыгея и Карачаево-Черкесия. Основными факторами, влияющими на сокращение его численности, являются вырубка лесов, разрушение, реконструкция, загрязнение и зарыбление водоемов, где эти тритоны размножаются.

Ключевые слова: Армения, ГИС-моделирование, Грузия, Кавказ, Красная книга, Максент, редкие виды, Турция.

Введение

Малоазиатский тритон, *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846) – эндемик восточного Причерноморья. Он внесен в Красную книгу Российской Федерации, как редкий вид, находящийся на периферии ареала и представленный на Кавказе эндемичной формой (Туниев, 2001). Недавно молекулярно-генетические исследования показали, что западно-анатолийские популяции этого вида, ранее относимые к подвиду *O. o. nesterovi* (Litvinchuk, Zuiderwijk, Borkin, Rosanov, 2005), на самом деле, должны рассматриваться в качестве самостоятельного вида (Bülbül, Kutrup, 2013). Граница между ареалами тритона Нестерова и малоазиатского тритона пока точно не выявлена и, вероятно, занимает узкую зону на черноморском побережье Турции вдоль 36.5° восточной долготы.

В последние годы появились многочисленные исследования, связанные с изучением особенностей распространения видов с помо-

щью ГИС-моделирования (Elith et al., 2006). Основным положением, на котором базируется этот метод, является предположение, что виды характеризуются стабильными нишами, определяемыми экологическими и другими факторами. Считается, что эти ниши не менялись, по крайней мере, в течение последних нескольких десятков тысяч лет. В результате, изучив современные эколого-климатические предпочтения вида, можно экстраполировать эти данные на предполагаемые климатические условия прошлого или будущего. ГИС-модели современного распространения видов могут быть использованы для изучения экологических потребностей организмов, оценки степени перекрытия экологических ниш с другими видами, нахождения предполагаемых границ распространения редких видов и многого другого (Bombi et al., 2009).

Целью данной работы было создать модель современного ареала *O. ophryticus*, что позволило бы оценить границы распространения

этого вида, площадь реально и потенциально пригодных биотопов и его природоохранный статус. Кроме того, была предпринята попытка выявить характер потенциального изменения его ареала в ближайшем будущем, для того чтобы оценить предполагаемый ущерб этому виду от последствий глобального потепления.

Материал и методы

Было проанализировано 319 точек находок *O. ophryticus* по всему нативному ареалу. Данные по локалитетам взяты из литературных источников (Borkin et al., 2003; Кузьмин, 2012; Bülbül, Kutrup, 2013; и др.), музейных коллекций и собственных полевых наблюдений (1991–2015 гг.). Преобразование ГИС-слоев в необходимые для работы форматы и вырезание из этих слоев нужных для исследования участков производилось при помощи программы QGIS 2.2.0. Так как точность построения модели сильно зависит от калибровочных параметров (Stokland et al., 2011), то для анализов из ГИС-слоев была вырезана область, расположенная между 39° и 46° северной широты, 36° и 47° восточной долготы, что лишь ненамного превышает известный нативный ареал *O. ophryticus*. С помощью программы ENMTools 1.4.3 (Warren et al., 2010) были удалены локалитеты, близко расположенные друг к другу и находящиеся в одном и том же квадрате (1×1 км).

Для оценки вклада климатических факторов применялась программа Максент (Maxent 3.3.3k: Phillips et al., 2006; Phillips, Dudik, 2008) с предустановленными настройками. 70% случайно выбранных локалитетов были использованы для настройки модели и 30% точек для ее тестирования. Мы оценивали пригодность полученной модели с помощью параметра AUC (площадь, находящаяся под кривой), рассчитываемого программой Максент. Модель с тестовыми значениями AUC более 0.75 обычно считается полезной, а выше 0.90 – очень хорошей (Swets, 1988; Elith, 2002). Для того чтобы оценить вклад каждого параметра в полученную модель, использовался критерий складного ножа (jackknife test), рассчитываемый самой программой.

При построении модели современного распространения вида был использован пакет ГИС-слоев (разрешение 30 угловых секунд или около 1 км), отражающих высоту, аспект и степень наклонности поверхности Земли, индекс аридности, типы растительности, процент покрытия поверхности Земли древесной растительностью

и 19 биоклиматических слоев (bio1-19), несущих данные о температуре и количестве осадков в течение года. Все эти слои были взяты из баз Worldclim 1 (www.worldclim.org), GlobCover 2009 (www.esa.int/dua/ionia/globcover), Global Aridity and PET (<http://www.cgiar-csi.org/>), Percent tree coverage (<http://www.iscgm.org/gm/ptc.html>), а также созданы с помощью программы ArcGIS. Так как многие из биоклиматических слоев сильно скоррелированы между собой, то был проведен корреляционный анализ (коэффициент корреляции Пирсона) с помощью программы ENMTools 1.4.3. Для построения модели были взяты десять наиболее слабо скоррелированных между собой слоев (bio1-4, 8-9, 14-16 и 19), коэффициент корреляции между которыми не превышал 0.75.

Для того чтобы оценить предполагаемый ущерб виду от последствий глобального потепления, была создана модель будущего ареала *O. ophryticus*. Для ее построения были взяты десять биоклиматических слоев (bio1-4, 8-9, 14-16 и 19; разрешение 30 угловых секунд) из базы Worldclim 1.4. Для примера, была выбрана модель (CCSM4; rcp45), отражающая потенциальный климат Земли в 2070 году при сценарии, полагающем, что промышленный выброс парниковых газов будет увеличиваться в умеренном темпе (на 4.5 W/m²) и среднегодовая температура воздуха к этому периоду повысится в среднем на 1.8° C.

Результаты и обсуждение

Согласно полученным данным (рис. 1), малоазиатский тритон распространен в восточной части причерноморского побережья Турции (55 точек), Северной Армении (6), Грузии (76), Южной Осетии (7) и Абхазии (22). На территории Российской Федерации он был отмечен на территории четырех субъектов, а именно в южной части Краснодарского (87 локалитетов) и Ставропольского (1) краев, республиках Адыгея (25) и Карачаево-Черкесия (40). Изолированные находки этого вида были зафиксированы в районе города Краснодар (Кузьмин, 2012) и в Мутнянской балке в Ставропольском крае (Писанец, 2003). Возможно, они являются результатом случайной интродукции. Так как известно, что этот вид был успешно вселен, например, в озеро Кравцово в Ставропольском крае (Тертышников, 1999). Кроме того, интродуцированная террариумистами популяция *O. ophryticus* известна в Каталонии на севере Испании (Fontelles et al., 2011).

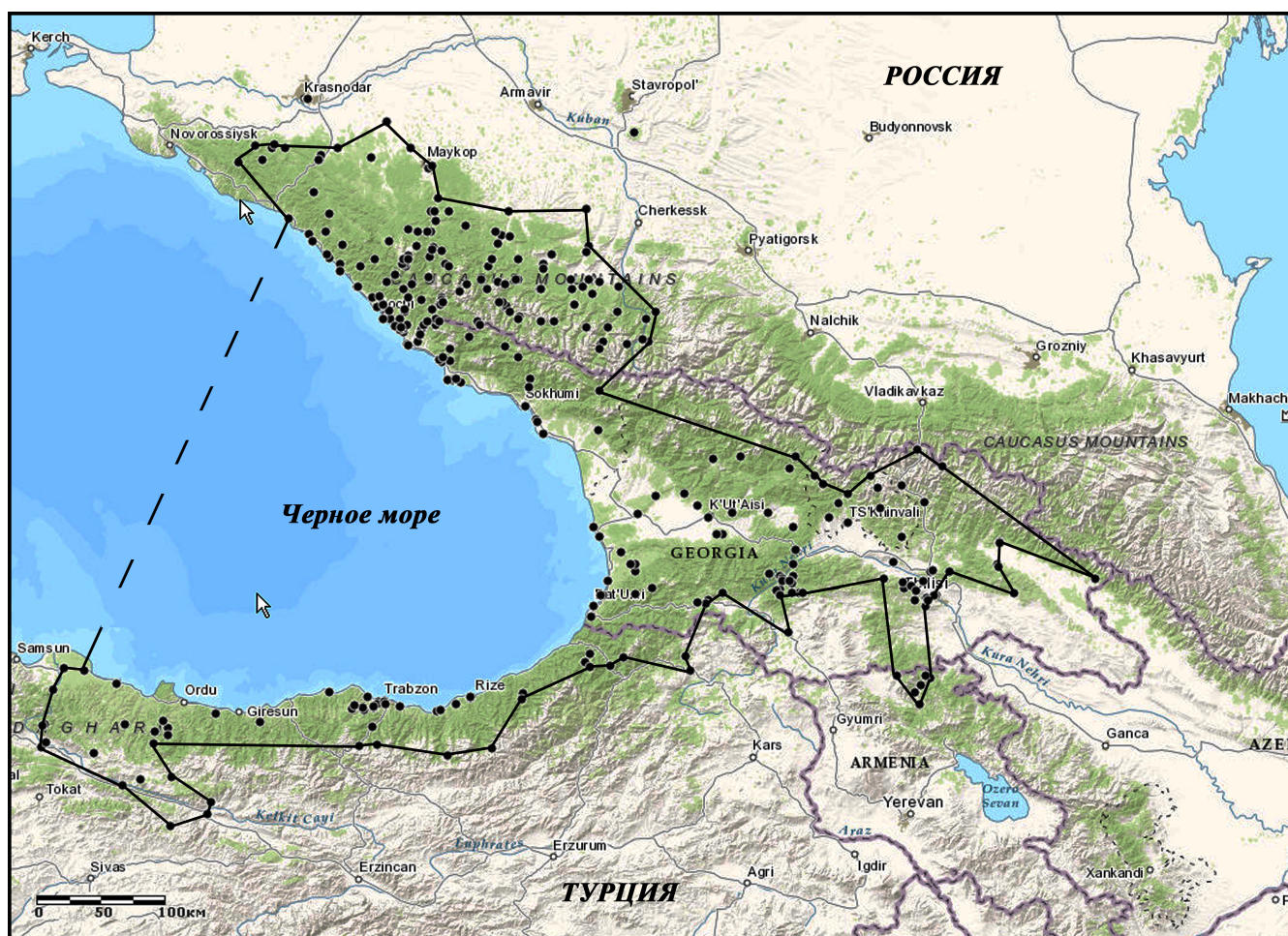


Рис. 1. Ареал *Ommatotriton ophryticus*. Черными точками обозначены изученные локалитеты. Зеленая заливка – территория, покрытая лесом.

Fig. 1. The distributional range of *Ommatotriton ophryticus* with localities studied. The green colour indicates forests.

Модель современного ареала, полученная с помощью программы Максент, показала достаточно высокое (0.900) тестовое значение AUC, что говорит о хорошей ее пригодности. Карта, показывающая степень пригодности мест обитания вида, полученная с помощью этой программы, представлена на рис. 2А. Она хорошо согласуется с известным ареалом этого вида. Согласно этой карте, наиболее благоприятные места для обитания вида находятся в западной части Северного Кавказа, Грузии и причерноморской части Турции. Кроме того, области, пригодные для обитания этого вида, отмечены в горных районах республик Кабардино-Балкария и Северная Осетия-Алания, северо-западном Азербайджане и восточной Армении.

Полученные данные указывают на то, что только два параметра (bio4 и bio14) вносят наибольший вклад (суммарно 65%) в полученную модель. Относительный вклад такого фактора, как температурная сезонность (bio4) составлял 44.6%. Он отражает предпочтение этим видом мягкого

климата без резких перепадов температуры. Кроме того, на распространение *O. ophryticus* оказывают сильное влияние такой фактор, как количество осадков в наиболее сухом месяце (bio14; 20.8%). Малоазиатский тритон предпочитает хорошо увлажненные биотопы с большим количеством слабопроточных и стоячих водоемов.

Процирование этих данных на прогнозируемые климатические условия будущего говорят о том, что ареал *O. ophryticus* может заметно сократиться. Так многие пригодные местообитания исчезнут на северной границе ареала в Краснодарском крае, в восточной Грузии, Армении и на южной границе ареала в Турции (рис. 2Б).

Этот вид, как правило, населяет горы, лишь изредка проникая на предгорные равнины. Он был найден на разных высотах, встречаясь от Черноморского побережья Кавказа (города Адлер и Пицунда; около 0 м над ур. м.) до горных вершин с высотой 2000 м и более (Borkin et al., 2003). Терентьев и Чернов (1949) указывает, что

данный вид может встречаться в горах даже на высотах, достигающих 2743 м. Тем не менее, большинство известных популяций этого вида находится на высотах, не превышающих 1500 м.

Такие параметры, как тип растительности и площадь покрытия древесной расти-

тельностью, не рассматриваются полученной ГИС-моделью в качестве основных факторов, влияющих на распространение вида. Тем не менее, несомненно, что основной ареал *O. ophryticus* привязан к областям, покрытым лесной растительностью (рис. 1).

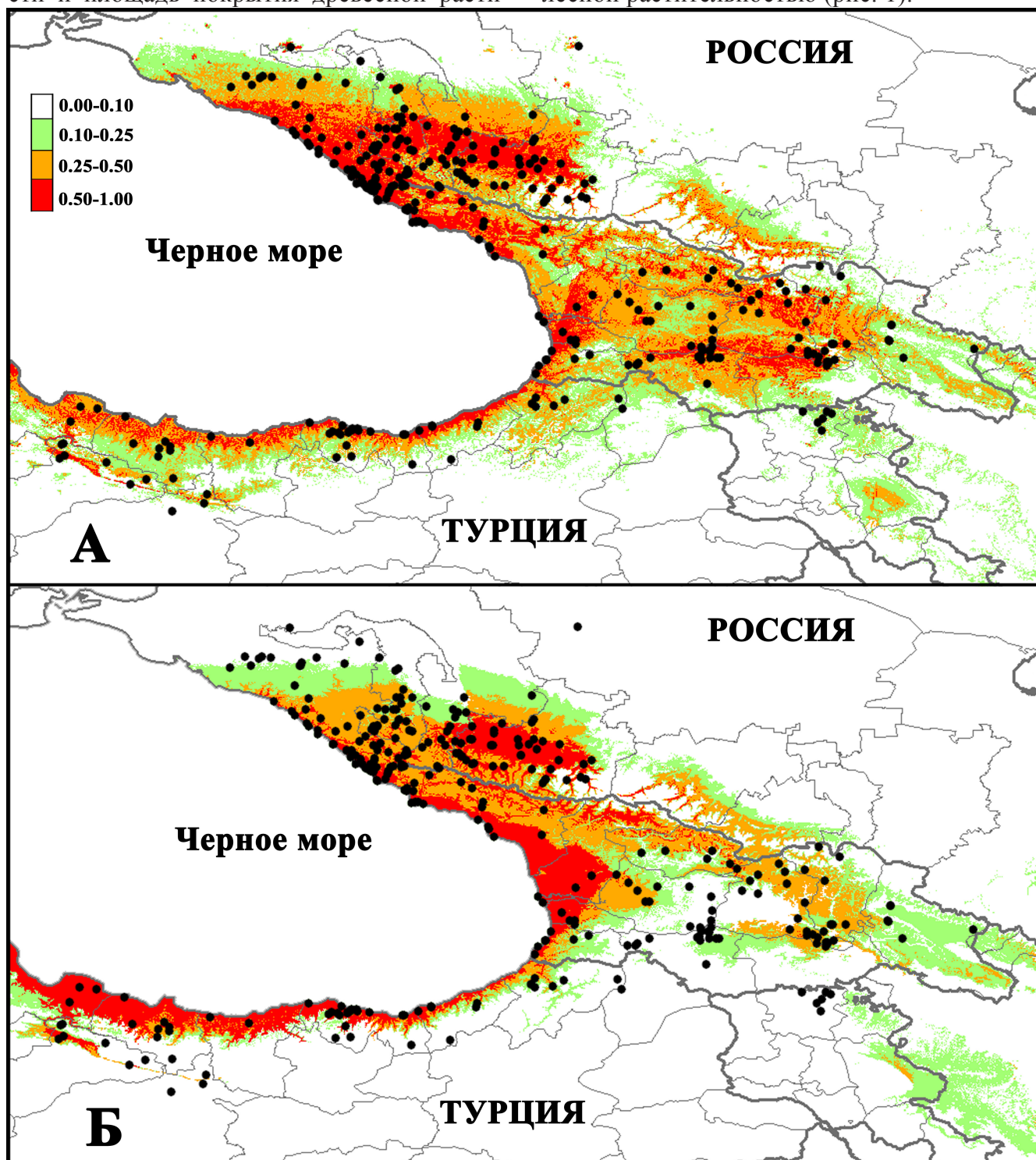


Рис. 2. Карты, показывающие степень пригодности (показана градиентом цвета) местообитания *Ommatotriton ophryticus*, построенные с помощью программы Максент. А – модель современного ареала. Б – проекция этой модели на предполагаемые климатические условия будущего (2070 г.).

Fig. 2. Maps of predicted habitat suitability for *Ommatotriton ophryticus* reflected by a colour scale. The models were conducted by the Maxent program. А – the model of modern range. Б – the projection of the model on presumed future climatic conditions (until 2070).

Сейчас этот вид достаточно обычен практически по всему своему ареалу. Его численность сравнительно невелика только в периферических популяциях. В большинстве мест, где этот вид встречается, сокращения его численности не зафиксировано. Однако такие факторы, как вырубка лесов, разрушение, реконструкция, загрязнение и зарыбление (например, *Gambusia affinis* в Пицундской низменности) водоемов, где эти тритоны размножаются, негативно влияют на его численность. За последние десятилетия места обитания тритонов на Черноморском побережье Кавказа подвергались резкому изменению в результате курортного строительства и возросшей рекреационной нагрузки. На многих участках эти тритоны совсем исчезли из-за осушения водоемов. Отрицательное влияние оказывает и применение различных удобрений (Туниев Б.С., Туниев С.Б., 2007). Для увеличения численности этого вида, несомненно, наилучшим решением было бы создание новых прудов в местах, где этот вид встречается.

Малоазиатский тритон внесен в Красные книги Российской Федерации, Армении и Грузии (Туниев, 2001; Borkin et al., 2003). Есть он и в региональных Красных книгах Краснодарского края (Туниев Б.С., Туниев С.Б., 2007), республик Адыгея (Туниев Б.С., Туниев С.Б., 2012) и Карачаево-Черкесия (Доронин, 2013). Также он внесен в краснокнижные списки IUCN, как вид, которому может угрожать опасность («Near Threatened»: Olgun et al., 2009). Несомненно, *O. ophryticus*, как узкоареальный эндемик, должен быть включен и в Красные книги Абхазии и Южной Осетии. Он охраняется в нескольких заповедниках и национальных парках на территории России, Абхазии, Южной Осетии и Грузии (Даревский, 1987). Наиболее многочисленны популяции этого вида известны из горных озер, где нет рыбы, таких как, например, Малая Рица, Чеше, Дабадзвели и Кахиси (Туниев Б.С., Туниев С.Б., 2007; собственные данные). Очень важно, чтобы все эти и подобные им озера были включены в состав природоохранных территорий.

Благодарности

Я искренне благодарен М. Аракелян (Ереван) за помощь при проведении полевых исследований на территории Армении. Эта работа была частично поддержана грантом РФФИ (№ 15-29-02546).

Литература

- Даревский И.С. 1987. Охрана амфибий и рептилий в заповедниках Кавказа // Амфибии и рептилии заповедных территорий. Москва: ЦНИЛ Главохоты. С. 85–101.
- Доронин И.В. 2013. Малоазиатский тритон, *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846) // Красная книга Карачаево-Черкесской республики. Черкесск: Нартиздат. С. 73.
- Кузьмин С.Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. Москва: КМК. 370 с.
- Писанец Е.М. 2003. Хвостатые земноводные (Amphibia: Caudata) // Каталог коллекций Зоологического музея ННПМ НАН Украины. Киев: Зоомузей ННПМ НАН Украины. 148 с.
- Терентьев П.В., Чернов А.С. 1949. Определитель пресмыкающихся и земноводных. Москва: Советская наука. 340 с.
- Тертышников М.Ф. 1999. Земноводные Ставрополя. Ставрополь: СГУ. 86 с.
- Туниев Б.С. 2001. Малоазиатский тритон, *Triturus vittatus ophryticus* (Berthold, 1846) // Красная книга Российской Федерации (животные). Москва: АСТ и Астель. С. 311–312.
- Туниев Б.С., Туниев С.Б. 2007. Малоазиатский тритон, *Triturus vittatus ophryticus* (Berthold, 1846) // Красная книга Краснодарского края (животные). Краснодар С. 329–331.
- Туниев Б.С., Туниев С.Б. 2012. Малоазиатский тритон – *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846) // Красная книга республики Адыгея. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира. Часть 2. Животные. Майкоп: ООО «Качество». С. 229–230.
- Bombi P., Luiselli L., Capula M., Salvi D. 2009. Predicting elusiveness: potential distribution model of the Southern smooth snake, *Coronella girondica*, in Italy // Acta Herpetologica. Vol. 4 (1). P. 7–13.
- Borkin L.J., Litvinchuk S.N., Zuiderwijk A. 2003. Bandmolch, *Triturus vittatus* (Gray, 1835) // Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Bd. 4: Schwanzlurche II/1. Wiebelsheim: AULA. S. 555–605.
- Bülbül U., Kutrup B. 2013. Morphological and genetic variations of *Ommatotriton* in Turkey // Animal Biology. Vol. 63. P. 297–312.
- Elith J. 2002. Quantitative methods for modeling species habitat: comparative performance and an application to Australian plants // Quantitative Methods for Conservation Biology. New York: Springer. P. 39–58.
- Elith J., Graham C.H., Anderson R.P., Dudík M., Ferrier S., Guisan A., Hijmans R.J., Huettmann F., Leathwick J.R., Lehmann A., Li J., Lohmann L.G., Loiselle B.A., Manion G., Moritz C., Nakamura M., Nakazawa Y., McOverton J.C., Peterson A.T., Phillips S.J., Richardson K.S., Scachetti-Pereira R., Schapire R.E., Soberón J., Williams S., Wisz M.S., Zimmermann N.E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data // Ecography. Vol. 29. P. 129–151.

- Fontelles F., Guixé D., Martínez-Silvestre A., Soler J., Villero D. 2011. Hallada una poblaciyn introducida de *Ommatotriton ophryticus* en el Prepirineo catalán // Boletín de la Asociación Herpetológica Española. Vol. 22. P. 153–156.
- Olgun K., Arntzen J. W., Kuzmin S., Papenfuss T., Ugurtas I., Tarkhnishvili D., Sparreboom M., Anderson S., Tuniyev B., Ananjeva N., Kaska Y., Kumlutaş Y., Avci A., Üzümlü N., Kaya U. 2009. *Ommatotriton ophryticus* // The IUCN Red List of Threatened Species. Available at: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T136019A4230151.en>.
- Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions // Ecological Modelling. Vol. 190. P. 231–259.
- Phillips S.J., Dudík M. 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation // Ecography. Vol. 31. P. 161–175.
- Stokland J.N., Halvorsen R., Støa B. 2011. Species distribution modelling - effect of design and sample size of pseudo-absence observations // Ecological Modelling. Vol. 222. P. 1800–1809.
- Swets K. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems // Science. Vol. 240. P. 1285–1293.
- Warren D.L., Glor R.E., Turelli M. 2010. ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models // Ecography. Vol. 33. P. 607–611.
- J.R., Lehmann A., Li J., Lohmann L.G., Loiselle B.A., Manion G., Moritz C., Nakamura M., Nakazawa Y., McOverton J.C., Peterson A.T., Phillips S.J., Richardson K.S., Scachetti-Pereira R., Schapire R.E., Soberón J., Williams S., Wisz M.S., Zimmermann N.E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129–151.
- Fontelles F., Guixé D., Martínez-Silvestre A., Soler J., Villero D. 2011. Hallada una poblaciyn introducida de *Ommatotriton ophryticus* en el Prepirineo catalán. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 22: 153–156. [In Spanish]
- Kuzmin S.L. 2012. *The Amphibians of the Former Soviet Union*. Moscow: KMK. 370 p. [In Russian]
- Olgun K., Arntzen J. W., Kuzmin S., Papenfuss T., Ugurtas I., Tarkhnishvili D., Sparreboom M., Anderson S., Tuniyev B., Ananjeva N., Kaska Y., Kumlutaş Y., Avci A., Üzümlü N., Kaya U. 2009. *Ommatotriton ophryticus*. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. Available at: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T136019A4230151.en>.
- Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231–259.
- Phillips S.J., Dudík M. 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161–175.
- Stokland J.N., Halvorsen R., Støa B. 2011. Species distribution modelling – effect of design and sample size of pseudo-absence observations. *Ecological Modelling* 222: 1800–1809.
- Swets K. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science* 240: 1285–1293.
- Terentjev P.B., Chernov A.S. 1949. *The Key for Determination of Reptiles and Amphibians*. Moscow: Sovetskaya Nauka. 340 p. [In Russian]
- Tertyshnikov M.F. 1999. *Amphibians of Stavropol Territory*. Stavropol: Stavropol State University. 86 p. [In Russian]
- Tuniev B.S. 2001. The banded newt, *Triturus vittatus* (Berthold, 1846). In: *The Red Data Book of Russian Federation (Animals)*. Moscow: AST I Astel. P. 311–312. [In Russian]
- Tuniev B.S., Tuniev S.B. 2007. The banded newt, *Triturus vittatus ophryticus* (Berthold, 1846). In: *The Red Data Book of Krasnodar Territory (Animals)*. Krasnodar. P. 329–331 [In Russian].
- Tuniev B.S., Tuniev S.B. 2012. The banded newt – *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846). In: *The Red Data Book of Adygea Republic. Rare and Endangered Animals and Plants. Part. 2. Animals*. Maykop: Kachestvo. P. 229–230. [In Russian]
- Warren D.L., Glor R.E., Turelli M. 2010. ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. *Ecography* 33: 607–611.
- Pisanets E.M. 2003. The Tailed Amphibians (Amphibia: Caudata). In: *Catalogue of Collection of Zoological Museum NMNH, NAS of Ukraine*. Kyiv: Zoomuseum NMNH NAS of Ukraine. 148 p. [In Russian]

References

- Bombi P., Luiselli L., Capula M., Salvi D. 2009. Predicting elusiveness: potential distribution model of the Southern smooth snake, *Coronella girondica*, in Italy. *Acta Herpetologica* 4 (1): 7–13.
- Borkin L.J., Litvinchuk S.N., Zuiderwijk A. 2003. Bandmolch, *Triturus vittatus* (Gray, 1835). In: K.G. Grossenbacher, B. Thiesmeier (Hrg.). *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Bd. 4: Schwanzlurche II/1*. Wiebelsheim: AULA-Verlag. S. 555–605. [In German]
- Bülbül U., Kutrup B. 2013. Morphological and genetic variations of *Ommatotriton* in Turkey. *Animal Biology* 63: 297–312.
- Darevsky I.S. 1987. Conservation of amphibians and reptiles in nature reserves of the Caucasus. In: I.S. Darevsky, V.G. Krever (Eds.). *Amphibians and Reptiles of Protected Territories*. Moscow: TSNIL Glavokhoty. P. 85–101. [In Russian]
- Doronin I.V. 2014. The banded newt, *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846). In: *The Red Data Book of Karachaevo-Cherkessia Republic*. Cherkessk: Nartizdat. P. 73. [In Russian]
- Elith J. 2002. Quantitative methods for modeling species habitat: comparative performance and an application to Australian plants. In: *Quantitative Methods for Conservation Biology*. New York: Springer. P. 39–58.
- Elith J., Graham C.H., Anderson R.P., Dudík M., Ferrier S., Guisan A., Hijmans R.J., Huettmann F., Leathwick

**DISTRIBUTION AND CONSERVATION STATUS OF THE BANDED NEWT,
OMMATOTRITON OPHRYTICUS (AMPHIBIA: CAUDATA)**

Spartak N. Litvinchuk

*Institute of Cytology RAS, Russia
e-mail: litvinchukspartak@yandex.ru*

In Russia, the banded newt was recorded in 153 localities in foothill and mountain regions of Krasnodar and Stavropol' territories, as well as in the autonomous republics of Adygea and Karachay-Cherkessia in the northwestern Caucasus. This species also inhabits northeastern Turkey (55 localities) and the western part of Transcaucasia (111 localities). A species distribution model has been developed, based on geographical and bioclimatic data for identification of suitable habitats for *Ommatotriton ophryticus*. Two bioclimatic variables (temperature seasonality and precipitations of driest month) accounted for 65% of the predicted range. Projecting this model on presumed future climatic conditions (until 2070) showed obvious reduction of the species range in northern and southern borders, as well as, especially, in eastern Georgia and Armenia. The newt is listed in the Red Data Books of the Russian Federation, Armenia, Krasnodar territory and the autonomous republics of Adygea and Karachay-Cherkessia. The main factors influencing the decline of *O. ophryticus* populations are deforestation, introduction of fishes, destruction, reconstruction and pollution of suitable water bodies, where the newts are breeding.

Key words: Armenia, Caucasus, Georgia, GIS-modeling, Maxent program, rare species, Red Data Book, Turkey.