

С. В. СОЛОДЯНКИНА*, **, Е. А. ИСТОМИНА*, А. А. СОРОКОВОЙ*, В. В. ЧЕПИНОГА*, **

*Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, solodyankinasv@mail.ru, elenaistoma@gmail.com, geomer@irigs.irk.ru, victor.chepinoga@gmail.com

**Иркутский государственный университет, 664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1, Россия, solodyankinasv@mail.ru, victor.chepinoga@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО АРЕАЛА ВЕТРЕНИЦЫ БАЙКАЛЬСКОЙ (*ANEMONE BAICALENSIS*, RANUNCULACEAE) В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

В условиях обширных и труднодоступных территорий Сибири данные о местонахождениях видов растений и животных фрагментарны, поэтому для выявления потенциальных ареалов видов предлагается применять методы компьютерного моделирования, реализованные в программе MaxEnt 3.3.3k. Программа, используя информацию о параметрах среды в известных местонахождениях моделируемого вида, определяет вероятность его присутствия на остальной территории. Как источник информации о параметрах среды часто используется мировая база данных WorldClim. Однако осуществленная нами попытка моделирования ареала для *Anemone baicalensis* Turcz. ex Ledeb., неморального реликта, произрастающего в Байкальском регионе только на хр. Хамар-Дабан, оказалась некорректной по причине малого числа метеостанций, данные которых учтены в WorldClim. Для решения возникшей проблемы мы использовали GRID-модель Байкальской природной территории (м-б 1: 1 000 000), построенную по данным, заимствованным из опубликованных атласов тематических карт. На основе GRID-модели получен вероятностный ареал достаточно высокой точности. Наибольшее значение для распределения вида имеют высота над уровнем моря (62,3 %) и годовая сумма осадков (36,8 %). Потенциальный ареал *A. baicalensis* в пределах северного макросклона хр. Хамар-Дабан территориально соответствует всему расположенному здесь неморальному рефугиуму. Выделенные на модели отроги Байкальского и Баргузинского хребтов, предгорья Восточного Саяна также признаются неморальными рефугиумами. Можно рекомендовать использовать данные WorldClim только для мелкомасштабного моделирования, а для среднего и крупного масштабов прибегать к другим источникам, в частности к современным атласам тематических карт, что существенно повышает качество получаемой в итоге модели.

Ключевые слова: моделирование ареала, MaxEnt, WorldClim, атласы карт, *Anemone baicalensis*, неморальный реликт, неморальный рефугиум, хребет Хамар-Дабан.

S. V. SOLODYANKINA*, **, E. A. ISTOMINA*, A. A. SOROKOVOI*, AND V. V. CHEPINOGA*, **

*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1, Russia, solodyankinasv@mail.ru, elenaistoma@gmail.com, geomer@irigs.irk.ru, victor.chepinoga@gmail.com

**Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, Karla Marxa str., 1, Russia, solodyankinasv@mail.ru, victor.chepinoga@gmail.com

MODELING OF THE POTENTIAL GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF *ANEMONE BAICALENSIS* (RANUNCULACEAE) IN THE BAIKAL REGION

In conditions of extensive and difficult-of-access territories of Siberia, data about distribution of plant and animal species are fragmentary; therefore, for identifying the potential habitats of species we propose to use computer modeling methods as implemented in the MaxEnt 3.3.3k program. Using information on environmental parameters in the known localities of a species being modeled, the program determines the likelihood of its existence on the remaining territory. As the source of information on environmental parameters, it is customary to use the WorldClim database. However, our attempt to model the geographic distribution for *Anemone baicalensis* Turcz. ex Ledeb., a nemoral relict occurring in the Baikal region only on the Khamar-Daban Range turned out to be invalid because of a small number of meteorological stations, the data from which are included in WorldClim. To resolve this problem we made use of the GRID model of the Baikal natural territory (sc 1:1 000 000) constructed on the basis of data taken from published atlases of thematic maps. The GRID model was used to obtain the probable geographic distribution of a reasonably high accuracy. The largest value for the distribution of the species corresponds to the altitude above the sea level (62.3 %), and to the annual precipitation amount (36.8 %). The potential distribution area of *A. baicalensis* within the northern macroslope of the Khamar-Daban Range correspond to the entire nemoral refugium situated there. The spurs of the Baikal and Barguzin Ranges and the foothill areas of Eastern Sayan as identified in the model are also recognized as nemoral refugia. It might be recommended that WorldClim data should only be used in a small-scale modeling, whereas some other sources should be used for medium and large scales, such as the contemporary atlases of thematic maps in order to substantially improve the quality of the resulting model.

Keywords: distribution modeling, MaxEnt, WorldClim, atlases of maps, *Anemone baicalensis*, nemoral relict, nemoral refugium, Khamar-Daban Range.

ВВЕДЕНИЕ

Картирование ареалов видов как растений, так и животных имеет большое значение не только для изучения видового разнообразия биоты, но и для проверки различных биогеографических реконструкций и гипотез [1]. Традиционный контурный способ отображения ареала при этом уже не соответствует запросам современных исследований и уступает место точечному, а точнее, сеточному картированию [2]. При сеточном картировании точечное указание местонахождений вида выполняется на регулярной основе путем наложения на территорию сетки с определенным размером ячейки и последующей регистрацией нахождения вида в каждой из ячеек. Первый опыт сеточного картирования на территории юга Восточной Сибири был получен уже в ходе подготовки флористической сводки «Флора Центральной Сибири», опубликованной в 1979 г. [3].

Сеточное картирование требует проверки наличия вида в каждой из выделенных ячеек, что для обширных и в значительной части горных и труднодоступных территорий Сибири представляется трудно выполнимым. В такой ситуации требуются современные методы компьютерного моделирования ареалов видов, например реализуемые в программе MaxEnt 3.3.3k [4, 5]. Используя информацию о параметрах среды в известных местонахождениях моделируемого вида, программа определяет вероятность его присутствия на остальной территории посредством нахождения оптимального распределения вероятностей (максимальная энтропия) совпадения параметров среды [6, 7].

В качестве источника информации о параметрах среды часто используется база данных WorldClim [8], доступная в сети Интернет и содержащая ежемесячные данные о минимальной, максимальной и средней температуре, осадках, высоте над уровнем моря, набор из 19 биоклиматических (BioClim) коэффициентов и т. п. Моделирование на основе WorldClim применяют для определения потенциальных ареалов нуждающихся в охране растений и животных [9–14], потенциала инвазивных видов [15], планирования полевых исследований [16, 17], ретроспективного анализа распространения и прогноза дальнейшей динамики ареала в условиях глобального изменения климата [7] и т. д.

Попытка моделирования потенциального ареала с использованием данных WorldClim осуществлена нами на примере ветреницы байкальской (*Anemone baicalensis* Turcz. ex Ledeb.), неморального реликта, эндема Южной Сибири, внесенного в региональные [18, 19] и федеральную [20] красные книги и распространяемого в Байкальском регионе только на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан [21]. Результаты моделирования представлены на рис. 1. На картосхеме видно, что территория потенциального ареала абсолютно не согласуется с гигромезофильной экологией ветреницы. Ареал распространяется не только на всю водную поверхность южной котловины оз. Байкал и глубоко на северо-западное побережье озера, но и в пределы аридного южного макросклона Хамар-Дабана и дальше на юг — в степные ландшафты Джидинского нагорья.

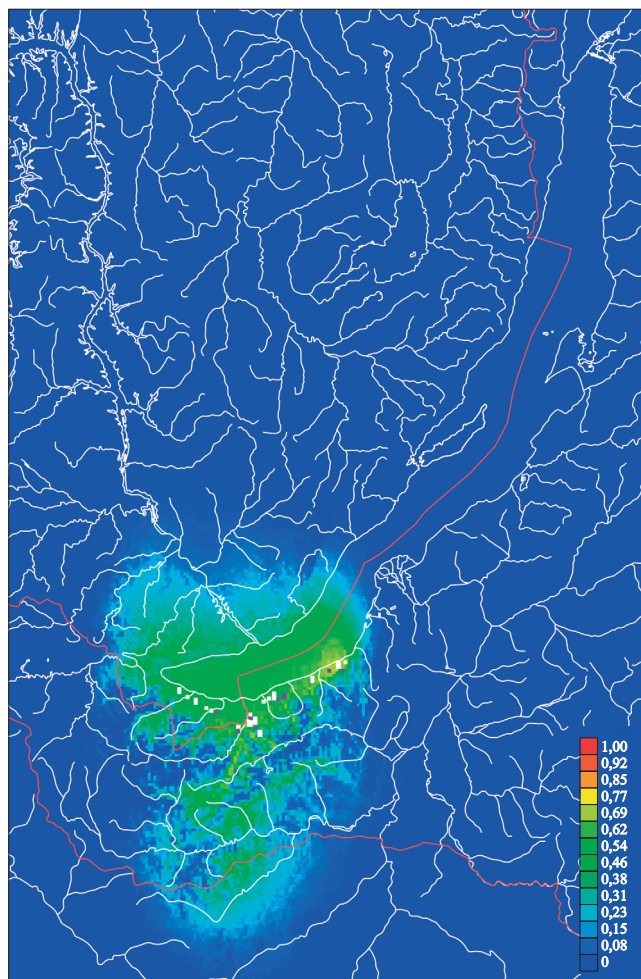


Рис. 1. Модель потенциального (вероятностного) ареала *A. baicalensis*, рассчитанная в программе MaxEnt на основе данных WorldClim.

Белыми квадратами отмечены известные местонахождения вида в пределах северного макросклона хр. Хамар-Дабан, использованные для построения модели; фиолетовыми — тестовые местонахождения.

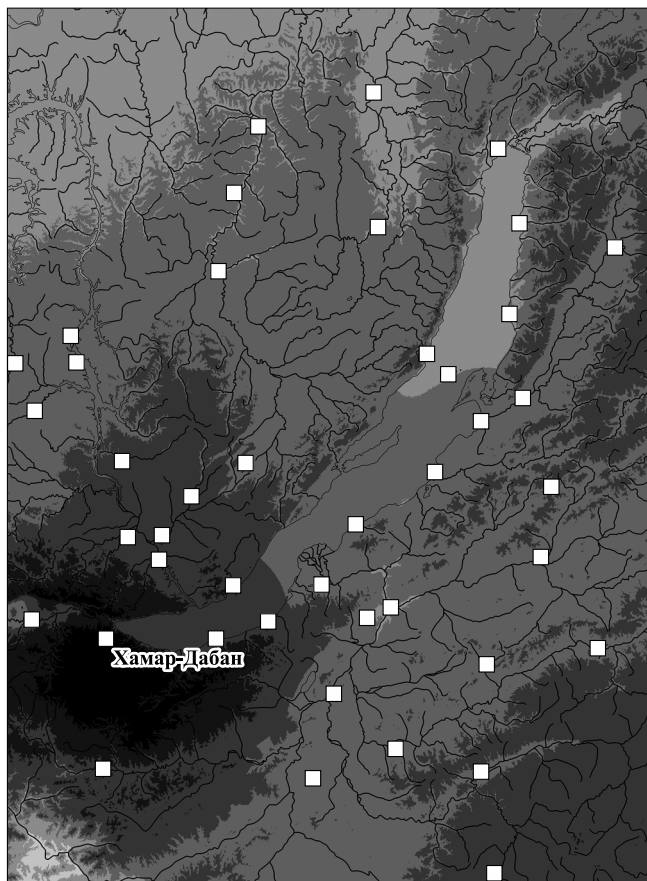


Рис. 2. Количество осадков за июль по данным WorldClim.

Наиболее светлые участки градиента интенсивности окраски соответствуют 59 мм, наиболее темные — 426 мм осадков. Белыми квадратами отмечено расположение метеостанций, в том числе метеостанции Хамар-Дабан.

Анализ исходных данных для территории Южного Прибайкалья на основе WorldClim показал приуроченность участка с максимальными значениями осадков к южной оконечности Байкала (уменьшение количества осадков здесь имеет концентрическую форму) (рис. 2). Поскольку данные о климате в системе WorldClim экстраполируются от точек, где располагаются метеостанции, на окружающую территорию [22], становится ясно, что для рассматриваемого региона использованы данные лишь некоторых из них. Наивысшие значения количества осадков приурочены к метеостанции Хамар-Дабан, расположенной близ южной оконечности Байкала (51°32' с. ш., 103°36' в. д., 1442 м над ур. моря) [23], по сути на границе центральной, наиболее влажной части северного макросклона Хамар-Дабана [24, 25]. С этим связана некорректная экстраполяция значений и странная модель ареала. Чтобы решить возникшую проблему, в качестве исходных клима-

тических и природных данных было решено взять информацию, содержащуюся в атласах тематических карт, охватывающих территорию Байкальского региона [26–29].

Цель данной статьи — построить и проанализировать модель потенциального ареала ветреницы байкальской (*Anemone baicalensis*) с использованием данных опубликованных тематических карт.

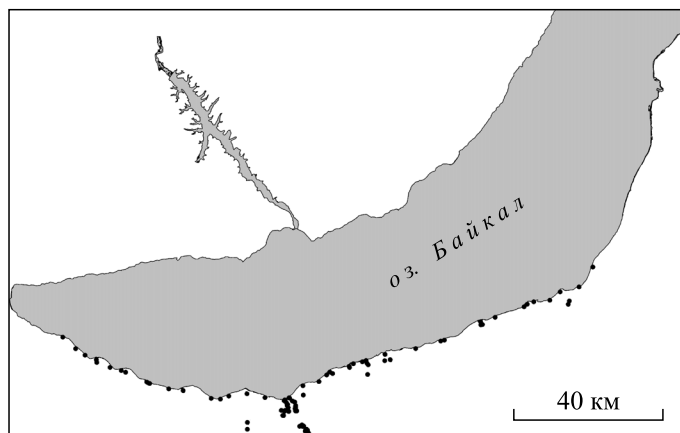
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для моделирования была использована оригинальная база данных, содержащая 129 местонахождений *A. baicalensis* с известными координатами (рис. 3). Источниками информации послужили результаты наших исследований [21], литературные данные [18, 19, 30], а также информационная система локалитетов редких видов сосудистых растений Республики Бурятия [31]. Выборка достаточно полно отражает распространение вида вдоль побережий Байкала по линии низкогорий Хамар-Дабана, однако информация о среднегорьях и высокогорьях (где, по нашим данным, *A. baicalensis* поднимается до 1200 м над ур. моря) имеется только для центральной части хребта (бассейны рек Снежная и Большой Мамай). Тем не менее, учитывая возможности программы MaxEnt, даже неполных данных о распространении достаточно для моделирования [32, 33].

В качестве источника информации о параметрах среды использована GRID-модель Байкальской природной территории в м-бе 1: 1 000 000 [34], представляющая собой массив из 81 294 точек с регулярным шагом 2 км, содержащих следующие показатели: высота местности (348–2841 м над ур. моря) (рис. 4, а), экспозиция и крутизна склонов, сумма температур воздуха за период с температурами выше 10 °С (>600–2000 °С), годовая сумма атмосферных осадков (200–1400 мм) (см. рис. 4, б).

GRID-модель построена на основе данных, заимствованных из опубликованных атласов Иркутской области [26, 29], Забайкалья [27], Байкала [28] и др. Для моделирования в MaxEnt GRID-модель была преобразована в растровый формат .bil, используемый программой. Размер маркеров известных местонахождений вида был уменьшен с помощью функции Adjust sample radius, доступной в настрой-

Рис. 3. Расположение местонахождений *A. baicalensis* на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан, использованных при моделировании потенциального ареала (по [21], с дополнениями).



ках MaxEnt. Статистический анализ точности полученной модели проверялся случайной выборкой 25 % тестовых местонахождений видов (Random test percentage).

Результаты моделирования включают таблицу значений корреляции данных о местонахождениях вида с параметрами окружающей среды, кривые отклика модели на отдельные параметры, результаты статистического анализа совпадения моделей, построенных по тестовым и тренировочным (полным) данным, выраженные, в частности, через показатель AUC (Area under curve) [35].

Также создана таблица, содержащая рассчитанный вклад каждого из анализируемых факторов в процентах (Percent contribution) в итоговую модель и их важность при пермутации (Permutation importance). Процентные вклады определяются только эвристически и зависят от конкретного пути, по которому пошел код MaxEnt, чтобы достичь оптимального решения. Показатели важности при пермутации зависят только от окончательной модели, а не от пути, который был пройден, чтобы ее

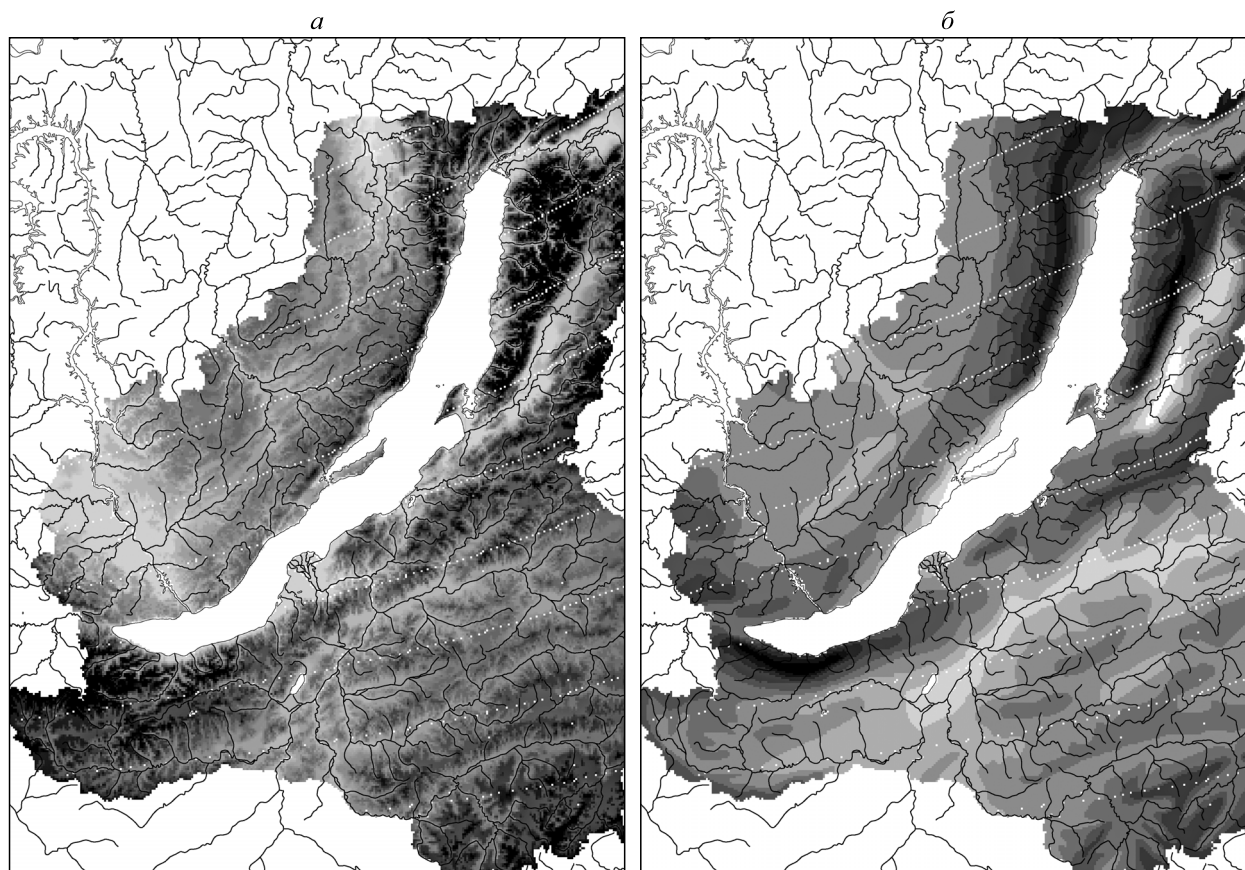


Рис. 4. Параметры окружающей среды, использованные в GRID-модели Байкальской природной территории. *а* — высота над ур. моря от 348 м (наиболее светлый тон) до 2841 м (наиболее темный тон); *б* — годовая сумма осадков от 200 мм (наиболее светлый тон) до 1400 мм (наиболее темный тон).

получить [32]. Выходной формат картосхем является логистическим, он дает расчетную вероятность нахождения вида в интервале от 0 до 1, что на самой картосхеме выражено разными цветами. Красным отмечаются точки с высокой вероятностью сочетания условий, подходящих для вида; зеленым — точки, где условия похожи на те, к которым приурочены известные местонахождения. Оттенки синего отражают условия, определяющие малую вероятность нахождения вида.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученная модель потенциального (вероятностного) ареала *A. baicalensis* представлена на рис. 5. Высокий показатель «площадь под кривой» (AUC) для тренировочных данных составляет 0,995, что подтверждает точность модели вероятностного ареала. Для тестовых данных AUC также высокий — 0,973. На модели видно, что пределы действительного ареала вида на Хамар-Дабане приобрели более реальные контуры по сравнению с моделью по данным WorldClim. Ареалом охвачены низко- и среднегорья северного макросклона, а по долинам и бортам рек вид поднимается в высокогорья. Несмотря на то что в анализ включено небольшое количество местонахождений с известными координатами в пределах среднегорий и высокогорий, полученная модель достаточно корректно отражает предполагаемый современный ареал вида. Более того, поскольку *A. baicalensis* из числа травянистых неморальных реликтов [36] имеет в пределах Хамар-Дабана один из наиболее широких ареалов, перекрывающий ареалы других видов, можно сказать, что фрагмент вероятностной модели ареала вдоль южного побережья Байкала территориально соответствует всему неморальному рефугиуму на северном макросклоне Хамар-Дабана.

Следует обратить внимание и на другие участки Байкальской природной территории, отмеченные на итоговой картографической модели (см. рис. 5) как вероятные участки ареала *A. baicalensis*. В действительности ветреница байкальская там не встречается, и единственное указание о произрастании этого вида для Баргузинского хребта [37] принадлежит *Anemone sibirica* L. (Н. В. Степанцова, уст. сообщ.). Однако, выделив участки с наиболее подходящими для неморального вида условиями, программа определила регионы, также признающиеся неморальными рефугиумами. Это западные отроги Байкальского [38–40] и Баргузинского [36, 40] хребтов, северо-восточные предгорья Восточного Саяна (Северное Присяянье [40, 41]).

Параметры полученной модели вероятностного ареала представлены в таблице. Видно, что из числа проанализированных факторов наибольшее значение для распределения вида имеют высота над уровнем моря (62,3 %) и годовая сумма осадков (36,8 %). Возможно, в случае увеличения исходных данных о местонахождениях вида в высокогорьях значение фактора высоты над уровнем моря будет снижено. Известно, что высокие значения суммы осадков, предопределяющие повышенную влажность воздуха летом и мощный снеговой покров зимой, который предотвращает вымерзание, являются общими для всех неморальных рефугиумов Южной Сибири [42–44].

Сравнение результатов моделирования, полученных на основе данных WorldClim (см. рис. 1) и данных тематических карт (см. рис. 5), позволяет сделать следующий вывод. Для условий Северной Азии, с небольшим количеством метеостанций, учтенных в WorldClim, использование этой мировой базы дан-

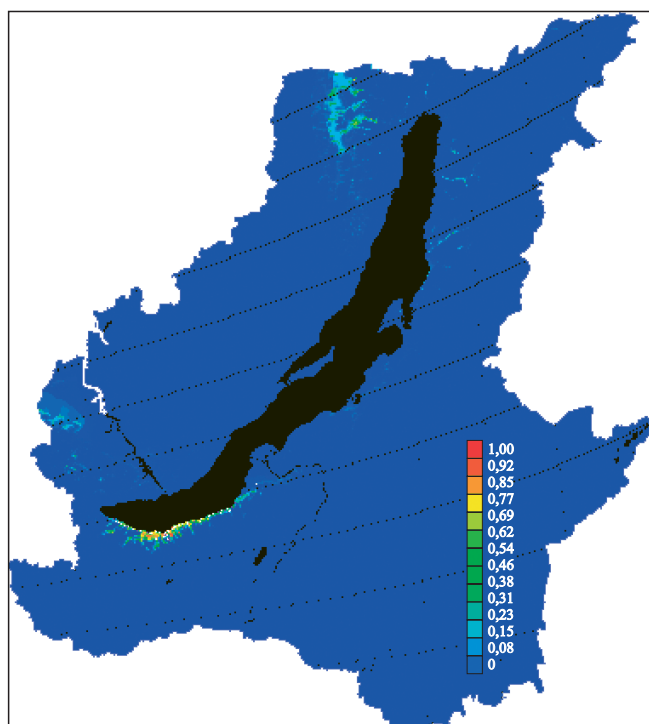


Рис. 5. Модель потенциального (вероятностного) ареала *A. baicalensis*, рассчитанная в программе MaxEnt на основе данных GRID-модели Байкальской природной территории.

ных можно рекомендовать только в случае мелкомасштабного моделирования для территорий большой протяженности, как это сделали, например, Д. В. Санданов и Б. Б. Найданов [12] для некоторых восточноазиатских видов растений. Если же предполагается получить модель в среднем или тем более крупном масштабе, целесообразно использовать другие источники. Оптимальным вариантом могут служить атласы карт, содержащие различные тематические карты исследуемой территории. В случае моделирования ареала *A. baicalensis* полученная нами модель хорошо поддается интерпретации, несмотря на снижение пространственного разрешения данных (2 км вместо 1 км в WorldClim). Это объясняется тем, что в атласах экстраполяция не автоматическая, а основана на экспертной оценке авторов карт, с учетом особенностей регионального климата и рельефа.

Дополнительные пространственно распределенные характеристики окружающей среды и раньше использовались учеными при моделировании [33, 45–48]. В нашем же случае делается акцент на современных атласах карт, разрабатываемых, в частности, в Институте географии им. В. Б. Сочавы СО РАН [25, 29, 49]. Привлечение этого еще не достаточно активно используемого информационного ресурса к моделированию потенциальных ареалов видов в программе MaxEnt существенно повышает качество получаемой модели.

Работа выполнена в рамках программы НИР Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН (VIII.79.2.3 и VIII.79.2.5) и при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (16–05–00783).

Параметры модели потенциального ареала *A. baicalensis*, построенной в программе MaxEnt на основе данных GRID-модели Байкальской природной территории

Переменная	Вклад, %	Важность при пермутации, %
Высота над ур. моря	47,1	62,3
Сумма осадков	44,0	36,8
Экспозиция	7,6	0,6
Сумма температур воздуха за период с температурами выше 10 °С	0,8	0,2
Крутизна склонов	0,5	0,1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толмачёв А. И. Введение в географию растений. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. — 244 с.
2. Серёгин А. П. Сеточное картирование флоры: мировой опыт и современные тенденции // Вестн. Твер. ун-та. Сер. Биология и экология. — 2013. — Вып. 32. — С. 210–245.
3. Флора Центральной Сибири. В 2 т. / Ред. Л. И. Малышев, Г. А. Пешкова. — Новосибирск: Наука, 1979. — 1048 с.
4. Phillips S. J., Anderson R. P., Schapire R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions // Ecol. Modeling. — 2006. — Vol. 190. — P. 231–259.
5. Phillips S. J., Dudík M. Modelling of species distribution with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation // Ecography. — 2008. — Vol. 31. — P. 161–175.
6. Phillips S. J., Dudík M., Schapire R. E. A maximum entropy approach to species distribution modeling // Proceedings of the 21st Intern. Conf. on Machine Learning. — New York: ACM Press, 2004. — P. 655–662.
7. Elith J., Phillips S. J., Hastie T., Dudík M., Eñ Chee Y., Yates C. J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists // Diversity and Distributions. — 2011. — Vol. 11. — P. 43–57.
8. Global Climate Data [Электронный ресурс]. — <http://worldclim.org/> (дата обращения 18.04.2016).
9. Ананьева Н. Б., Гольнский Е. А. Анализ распространения горной кольцехвостой туркестанской агамы *Paralaudakia lehmanni*: использование программы Максент // Труды Зоол. ин-та РАН. — 2013. — Т. 317, № 4. — С. 426–437.
10. Кукушкин О. В. О закономерностях в распространении обыкновенной сольпуги (*Arachnida*, Solufugae, Galeodidae) на юге Украины // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. — 2013. — Т. 22, № 3. — С. 129–143.
11. Войта Л. Л., Фалейчик Л. М. Опыт использования биоклиматического моделирования ареалов млекопитающих (на примере Южного Забайкалья) // Вестн. Забайкал. ун-та. — 2014. — № 1 (104). — С. 9–20.
12. Санданов Д. В., Найданов Б. Б. Пространственное моделирование ареалов восточноазиатских видов растений: современное состояние и динамика под влиянием климатических изменений // Растит. мир Азиат. России. — 2015. — № 3 (19). — С. 30–35.
13. Remya K., Ramachandran A., Jayakumar S. Predicting the current and future suitable habitat distribution of *Myristica dactyloides* Gaertn. using MaxEnt model in the Eastern Ghats, India // Ecol. Engineering. — 2015. — Vol. 82. — P. 184–188.

14. Yuan H.-S., Wei Y.-L., Wang X.-G. Maxent modeling for predicting the potential distribution of Sanghuang, and important group of medicinal fungi in China // *Fungal Ecology*. — 2015. — Vol. 17. — P. 140–145.
15. Ward D. Modeling the potential geographic distribution of invasive ant species in New Zealand // *Biol. Invasions*. — 2007. — Vol. 9. — P. 723–735.
16. Tinoco B. A., Astudillo P. X., Latta S. C., Graham C. H. Distribution, ecology and conservation of an endangered Andean hummingbird: the Violet-throated Metaltail (*Metallura baroni*) // *Bird Conservation International*. — 2009. — Vol. 19. — P. 63–76.
17. Tittensor D. P., Vaco A. R., Brewin P. E., Clark M. R., Consalvey M., Hall-Spencer J., Rowden A. A., Schlacher T., Stocks K. I., Rogers A. D. Predicting global habitat suitability for stony corals on seamounts // *Journ. Biogeography*. — 2009. — Vol. 36. — P. 1111–1128.
18. Красная книга Иркутской области / Ред. О. Ю. Гайкова, В. В. Попов, Т. А. Маркова. — Иркутск: Время странствий, 2010. — 480 с.
19. Красная книга Республики Бурятия: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. 3-е изд., перераб. и доп. / Отв. ред. Н. М. Пронин. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. науч. центра СО РАН, 2013. — 688 с.
20. Красная книга Российской Федерации: растения и грибы / Ред. Ю. П. Трутнев, Р. В. Камелин, Л. В. Бардунов. — М.: Т-во науч. изданий КМК, 2008. — 855 с.
21. Чепинога В. В., Мишина А. В., Протопопова М. В., Павличенко В. В., Быстров С. О., Вилор М. А. Новые данные о распространении некоторых неморальных реликтовых растений в предгорьях хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // *Ботан. журн.* — 2015. — Т. 100, № 5. — С. 478–489.
22. Hijmans R. J., Cameron S. E., Parra J. L., Jones P. G., Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas // *Intern. Journ. Climatology*. — 2005. — Vol. 25. — P. 1965–1978.
23. Расписание погоды [Электронный ресурс]. — <http://rp5.ru/> (дата обращения 18.04.2016).
24. Епова Н. А. Опыт дробного геоботанического районирования Хамар-Дабана (южная часть Средней Сибири) // *Проблемы ботаники*. Т. 5: Материалы по флоре и растительности высокогорий. — Л.: Изд-во АН СССР, 1960. — С. 47–61.
25. Атлас Байкала / Ред. Г. И. Галазий, В. М. Картушин, Б. Ф. Лут. — М.: Роскартография, 1993. — 160 с.
26. Атлас Иркутской области / Ред. А. В. Гриценко, И. П. Заруцкая, В. П. Шощкий. — М.; Иркутск: ГУГК, 1962. — 182 с.
27. Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область) / Ред. В. Б. Сочава. — М.; Иркутск: ГУГК, 1967. — 176 с.
28. Атлас Байкала / Ред. Г. И. Галазий, Б. Ф. Лут. — Иркутск; М.: ГУГК, 1969. — 159 с.
29. Атлас Иркутской области: экологические условия развития / Ред. В. В. Воробьев, А. Н. Антипов, В. Ф. Хабаров. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН; М.: Роскартография, 2004. — 90 с.
30. Киселёва А. А. Неморальные реликты во флоре побережья оз. Байкал // *Ботан. журн.* — 1978. — Т. 63, № 11. — С. 1647–1656.
31. Санданов Д. В. Геоинформационный анализ распространения редких сосудистых растений на территории Бурятии // *Уч. зап. Забайкал. ун-та*. — 2016. — Т. 11, № 1. — С. 38–45.
32. Phillips S. A brief tutorial on Maxent // *Lessons in Conservation*. — 2010. — Iss. 3. — P. 107–135.
33. Han H., Cho S., Song J., Seol A., Chung H., Kim J., Chung J. Assessing the potential suitability of forest stands as *Kierngeshoma koreana* habitat using MaxEnt // *Landscape Ecol. Engineering*. — 2014. — Vol. 10. — P. 339–348.
34. Плюснин В. М., Сороковой А. А. Геоинформационный анализ ландшафтной структуры Байкальской природной территории. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2013. — 187 с.
35. Fielding A. H., Bell J. F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models // *Environ. Conservation*. — 1997. — Vol. 24 (1). — P. 38–49.
36. Мальшев Л. И., Пешкова Г. А. Особенности и генезис флоры Сибири. Предбайкалье и Забайкалье. — Новосибирск: Наука, 1984. — 265 с.
37. Тимохина С. А. *Anemonoides* Miller — Анеомоноидес // *Флора Сибири*. Т. 6: Portulacaceae — Ranunculaceae. — Новосибирск: Наука, 1993. — С. 145–149.
38. Степанцова Н. В. Гляциальные реликты во флоре Байкало-Ленского заповедника // *Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное использование: Труды Тигирекского заповедника*. — Барнаул, 2010. — Вып. 3. — С. 196–198.
39. Чепинога В. В., Дементьева М. К., Лиштва А. В. Флористические находки в верхнем течении бассейна реки Лены (Иркутская область) Сибири // *Изв. Иркут. ун-та. Сер. Биология. Экология*. — 2013. — Т. 6, № 1. — С. 102–109.
40. Плешанов А. С., Плешанова Г. И., Шаманова С. И. Ландшафтно-климатические закономерности пространственного размещения рефугиев в Байкальском регионе // *Сиб. экол. журн.* — 2002. — № 5. — С. 603–610.
41. Киселёва А. А., Казановский С. Г., Верхозина А. В., Дударева Н. В. Неморальные реликты в тайге Северного Присяянья // *Генезис флоры и растительности Байкальской Сибири: Материалы конф. «Научные чтения памяти Михаила Григорьевича Попова (чтение семнадцатое)»*. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1999. — С. 52–58.
42. Назимова Д. И. Реликты неморальной флоры в лесах Западного Саяна // *Лесоведение*. — 1967. — № 3. — С. 76–88.

43. **Положий А. В., Крапивкина Э. Д.** Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1985. — 158 с.
44. **Поликарпов Н. П., Чебакова Н. М., Назимова Д. И.** Климат и горные леса Южной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1986. — 225 с.
45. **Щепина Н. А., Борисова Н. Г., Старков А. И.** Ареал монгольской жабы в Байкальском регионе: настоящее и прошлое // Вестн. Бурят. ун-та. — 2013. — № 4. — С. 147–149.
46. **Горбачёв А. А., Прокофьев И. Л., Зайцева Е. В.** Факторы, влияющие на распространение летучих мышей по территории Брянской области // Вестн. Брян. ун-та. — 2011. — № 4. — С. 25–31.
47. **Голощанова С. С., Прокофьев И. Л.** Прогнозирование изменений пространственного распределения дневных булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera) на территории Брянской области с использованием модели изменения климата // Соврем. пробл. науки и образования. — 2013. — № 2. — С. 17–25.
48. **Monterroso P., Brito J. C., Ferreras P., Alves P. C.** Spatial ecology of the European wildcat in a Mediterranean ecosystem: dealing with small radio-tracking datasets in species conservation // Journ. Zoology. — 2009. — Vol. 279. — P. 27–35.
49. **Экологический атлас бассейна оз. Байкал** / Гл. ред. В. М. Плюснин. — Иркутск; Улан-Батор; Улан-Удэ: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2015. — 145 с.

Поступила в редакцию 17 июня 2016 г.