

ПОШИРЕННЯ АМУРСЬКОГО ЧЕБАЧКА (*PSEUDORASBORA PARVA*) В СХІДНІЙ ЄВРОПІ В УМОВАХ ПРОГНОЗОВАНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ ДО 2050 РОКУ

Г.О. КОЛОМИЦЕВ, Ю.К. КУЦОКОНЬ

Інститут зоології ім. І.І.Шмальгаузена НАН України

*З метою оцінки впливу прогнозованих змін клімату в Східній Європі до 2050 року на поширення інвазійних видів створено цифрову просторову модель поширення амурського чебачка, *Pseudorasbora parva* (Cypriniformes, Cyprinidae). Картографічний матеріал представлений даними щодо сучасного поширення виду; пакет кліматичних карт — сучасними та прогностичними даними згідно базового сценарію розвитку суспільства до 2050 року. Результати моделювання вказують на подальше розповсюдження виду в північно-східному напрямку, очікується набуття нових кліматично придатних для існування виду територій в обсязі 40% від площі його сучасного ареалу в межах Східної Європи. Очікується, що на північ вид пошириться майже до Ладозького озера, на сході кліматично придатні для існування території з'являться також в районі дельти р.Урал.*

Ключові слова: амурський чебачок, інвазійний вид, модель поширення виду, Східна Європа, зміна клімату

Глобальне потепління, яке констатує міжурядова група експертів з питань зміни клімату [6, 8] описане кліматичними моделями, які дозволяють отримати проєкцію значень кліматичних параметрів, що очікуються в майбутньому [9, 10]. Такі прогностичні дані розширили можливості оцінки потенційного впливу зміни клімату на біорізноманіття. На сьогодні створення моделей розповсюдження видів рослин [4, 5, 10, 13] і тварин [7, 11] є вже поширеною у світі практикою. Дослідження, що проводились на території Східної Європи

вказують на швидкі темпи потенційних змін поширення видів внаслідок впливу зміни клімату [12].

Детальне дослідження впливу змін клімату на види-інтродуценти з використанням просторових моделей дозволяє визначити тренди та потенційні масштаби очікуваного розширення ареалу цих видів.

В якості об'єкта наших досліджень було обрано амурського чебачка (*Pseudorasbora parva*, Temminck & Schlegel 1846), який є небажаним видом-інтродуцентом водойм Східної Європи. Амурський чебачок – невелика риба з родини Коропових (Cyprinidae), розміром 8 – 10 см. Інтенсивно розмножуючись у водоймах, як природних, так і рибогосподарських, цей вид значно підриває харчову базу аборигенних і цінних промислових видів риб.

Нативний ареал виду розташований в басейні річки Амур, в Монголії, охоплює річки західного узбережжя Японського моря та Японії, річки Південно-Східної Азії до Північного В'єтнаму. Розповсюдження амурського чебачка за межі природного ареалу пов'язане з роботами по акліматизації промислових риб з китайського рівнинного комплексу, що проводились в другій половині ХХ ст. і охоплювали значні території в Азії та Європі. Очікувати знахідок цього виду можна в будь-якому регіоні, де проводились подібні заходи, зокрема на сьогодні відомі популяції амурського чебачка в більшості країн Європи, крім тих, що розташовані на півночі регіону, та в деяких регіонах Азії, наприклад в середньоазійських країнах.

Мета досліджень – оцінка потенційних змін ареалу амурського чебачка в Східній Європі до 2050 року внаслідок впливу прогнозованих змін клімату.

Матеріал та методи дослідження. Вхідний картографічний матеріал представлений просторовим узагальненням сучасного поширення виду [1], уточненим наявними відомостями щодо поширення виду в межах території досліджень.

Просторові дані конвертовані в середовищі ГІС в формат комірок 0,5° широти і 0,5° довготи, відповідно до формату кліматичних даних. Пакет кліматичних карт представлений даними моделі IMAGE: сучасними

кліматичними картами та картами клімату, прогнозованого на 2050 рік, відповідно до базового сценарію розвитку суспільства. Останній спирався на сценарій розвитку суспільства, запропонований Міжнародною групою експертів з питань змін клімату (IPCC). В дослідженні використані такі кліматичні фактори: індекс вологості ґрунту, середня температура найхолоднішого місяця, тривалість вегетаційного періоду, середня температура вегетаційного періоду, щорічна сума опадів, ефективна сума температур вегетаційного періоду. Ці фактори відібрали з повнішого переліку кліматичних варіабельних за методом головних компонент [4].

Дослідження базується на ідеї моделювання стабільних поточних співвідношень між поширенням виду та екологічними перемінними [13] і гіпотезі щодо лімітуючої ролі кліматичних факторів у поширенні видів [4]. До просторової моделі не включено будь-які обції обмежень міграції. З огляду на масштаби проведення аналогічних досліджень [12] та детальність наявних кліматичних даних, нами визначено територію дослідження в межах Східної Європи, як прийнятну для побудови просторової моделі виду. Обрані масштаб та межі території дослідження дозволяють також підтвердити наявність водойм, потенційно придатних для існування виду в межах умовної комірки нашої моделі.

Для побудови просторової моделі використали узагальнену лінійну модель (GLM), розрахунки здійснювались у програмному середовищі «R». Для управління табличними даними використані програми пакету MS Office. Конвертацію просторових даних у табличні та візуалізацію одержаних результатів здійснено засобами ГІС ARC/INFO. Достовірність просторової моделі перевірена за інформаційним критерієм Акайке. Змістовну достовірність контролювали представленням анімації змін.

Побудова просторової моделі поширення амурського чебачка складалась з таких етапів: створення «кліматичного паспорта» виду, валідизація моделі та екстраполяція «кліматичного паспорта» виду на прогностичні карти клімату на 2050 рік.

«Кліматичний паспорт» виду створений шляхом кореляційного аналізу значень кліматичних параметрів та даних щодо присутності або відсутності виду. Таким чином, був одержаний набір індексів, який відтворює просторову структуру поширення виду на певній території за кліматичними даними.

Валідизацію моделі здійснили таким методом: за «кліматичним паспортом» та кліматичними даними здійснено симуляцію сучасного поширення амурського чебачка, яку порівняли з картою його фактичного розповсюдження (рис. 1.).

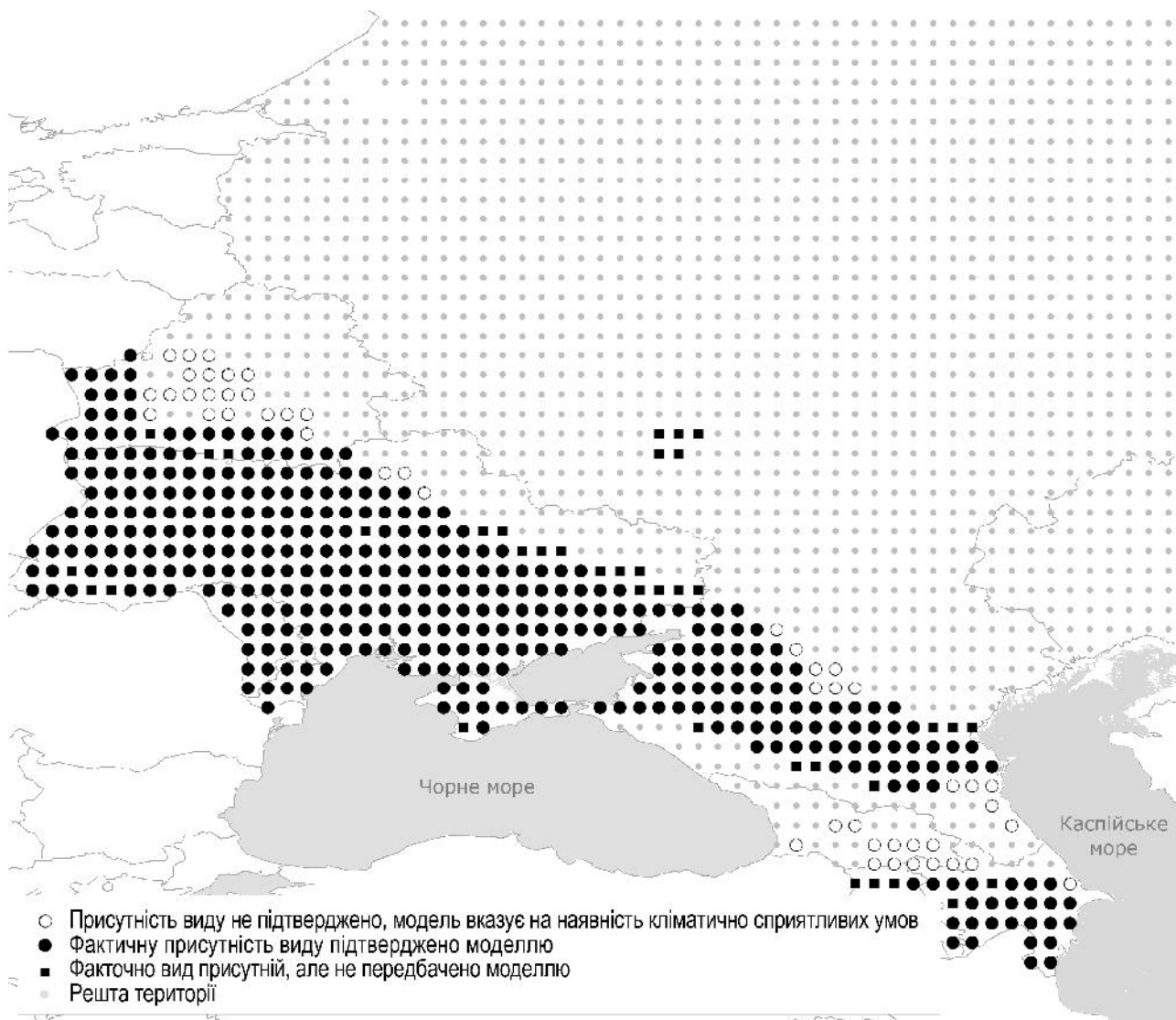


Рис. 1. Валідизація моделі шляхом порівняння даних щодо сучасного поширення амурського чебачка у Східній Європі та симуляції із використанням «кліматичного паспорта» виду.

Оскільки валідизація моделі, незважаючи на певну невизначеність точних меж поширення амурського чебачка, показала високу ступінь репрезентативності «кліматичного паспорта» виду, нами був проведений наступний етап моделювання.

Екстраполяція «кліматичного паспорта» виду на прогностичні карти клімату станом на 2050 рік здійснена аналогічно створенню симуляції сучасного поширення виду, за винятком введення в модель прогностичних кліматичних даних. В результаті було отримано карту потенційного поширення виду в умовах змін клімату на 2050 рік.

Дослідження проведено за технічної та методологічної підтримки міжнародної асоціації «Український Центр Менеджменту Землі та Ресурсів» (УЦМЗР).

Результати дослідження та їх обговорення. Створено просторову модель поширення амурського чебачка на території Східної Європи, у тому числі України, в межах якої обчислено характеристики сукупності параметрів клімату, що визначають поширення виду.

Враховуючи те, що точну карту сучасного поширення амурського чебачка укласти неможливо через відсутність достатньої кількості відомостей щодо наявності виду в межах певних територій, ми припускаємо, що території, які кліматична модель ідентифікувала як придатні можуть бути дійсно заселені амурським чебачком. Тому, території, для яких не знайдено підтвердження перебування виду, але які ідентифіковані, як кліматично придатні для існування виду не були враховані як похибка при проведенні валідизації.

Валідизація моделі показала прийнятну точність: близько 9% розбіжності між фактичним поширенням виду та його симуляцією, що спиралась на «кліматичний паспорт». Значну частину цих розбіжностей локалізовано в регіоні Кавказу та на Сході України. Просторово відмежований фрагмент ареалу виду в Липецькій області Російської Федерації також не описується загальним кліматичним профілем виду. Розбіжності на межі основного ареалу виду можуть пояснюватись неточностями відомостей щодо поширення

амурського чебачка. Місця перебування виду в Росії, що відокремлені від основного ареалу, не підпадають під модель кліматичних уподобань, що, однак може бути логічним враховуючи значну роль ведення рибного господарства на розселення виду, фрагментарний характер даних щодо його поширення та відносно недавнє розширення ареалу на більшій частині дослідженої території.

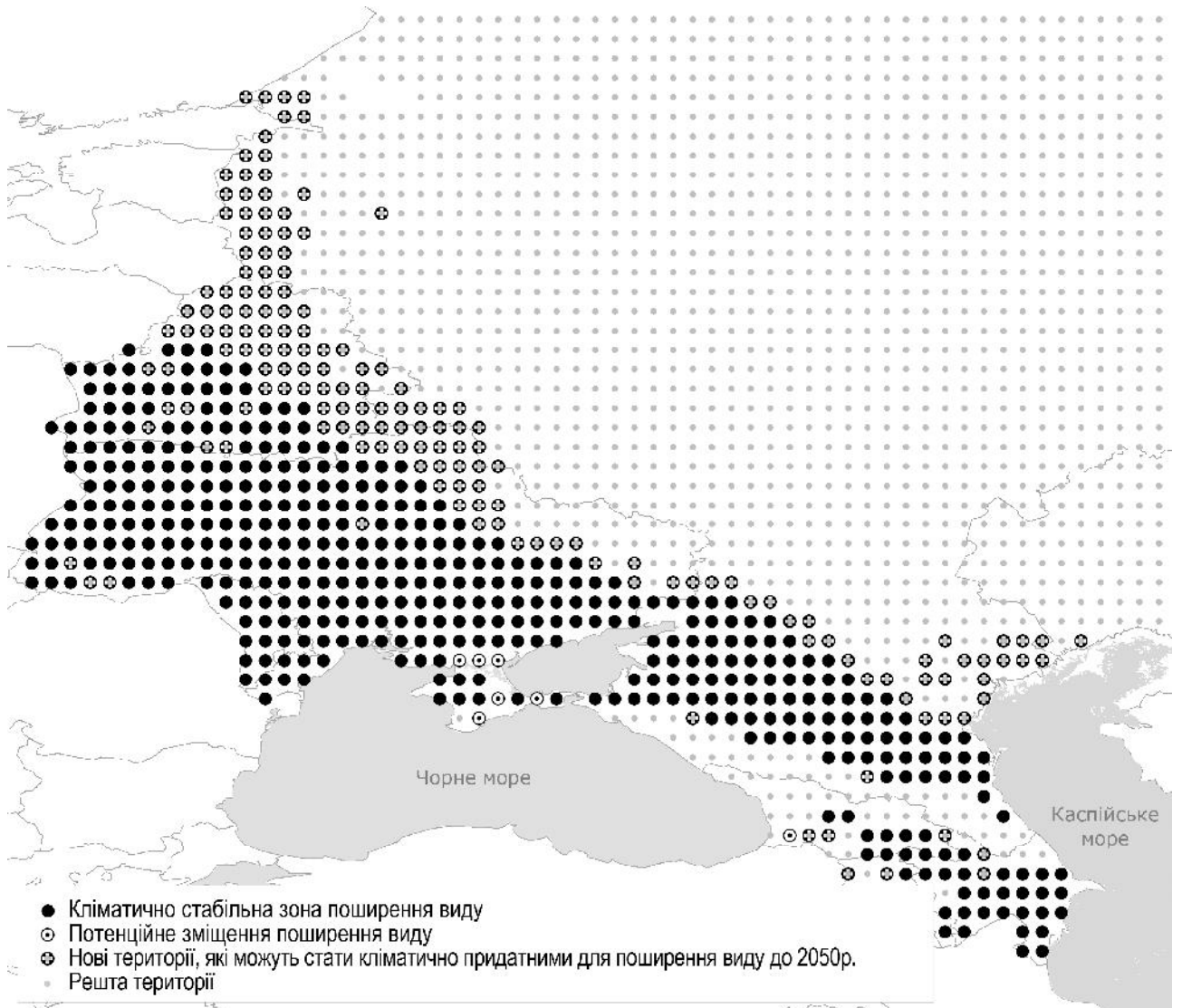


Рис. 2. Потенційні зміни поширення амурського чебачка в Східній Європі до 2050 року

Екстраполяція «кліматичного паспорта» для очікуваного клімату у 2050 році показала можливе розширення ареалу амурського чебачка у Східній Європі в північно-східному напрямі та потенційну появу нових територій, кліматично придатних для існування виду при несуттєвій втраті сучасних кліматично придатних територій. Загалом, згідно кліматичної моделі амурський

чебачок розширить території своєї присутності приблизно на 40% від площі свого нинішнього ареалу в межах досліджуваної території (рис. 2.). Враховуючи також наявність територій заселених видом, які не описуються моделлю, ми оцінюємо інтенсивність потенційного розселення виду як загрозову.

Очікується подальше розселення виду в майбутньому майже до Ладозького озера на північному заході досліджуваної території, кліматично придатні для існування території можуть з'явитися також в районі дельти р. Урал на сході. Очікується значне розширення ареалу виду в Білорусі та Україні.

Розповсюдження чебачка певною мірою пов'язане із веденням рибного господарства, вплив якого не описується кліматичними особливостями, що лімітують його розповсюдження. Кліматична модель добре показує тенденцію, однак не враховує випадкове зариблення, через яке можна очікувати появу цього виду за межами визначеного ареалу.

Створена модель не враховує некліматичні фактори, такі як сполученість водойм, ведення рибного господарства та ін., тому результати моделювання слід вважати приблизною оцінкою впливу майбутніх змін клімату [4]. Врахування антропогенного навантаження території, що міститься, наприклад, в інтегрованому індексі узагальненого видового різноманіття [2, 3] та його складових може містити дані, що вказують на можливу наявність рибних господарств, що має допомогти встановити території, більшою чи меншою мірою підвержені ризику розселення амурського чебачка в локальному масштабі.

Висновки

Модель показала дуже значні очікувані масштаби розселення амурського чебачка в Східній Європі, що підтверджує значущість проблеми видів-інтродуцентів і потребу в плануванні та здійсненні превентивних заходів проти розселення амурського чебачка на територіях підвищеного ризику, що були визначені за допомогою моделі. Результати моделювання можуть бути

корисним супровідним матеріалом при здійсненні довготермінового планування ведення рибного господарства.

Вивчення потенційного впливу зміни клімату на поширення амурського чебачка є важливим для розуміння особливостей та масштабу впливу цього чинника. Результати моделювання можуть бути корисними для прогностичної оцінки очікуваних наслідків зміни клімату та заходів з мінімізації її негативного впливу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Карабанов Д.П. Э кспансия амурского чебачка, *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), в водоемы Евразии / Д.П. Карабанов, Ю.В. Кодухова, Ю.К. Куцоконь // Вестник зоологии, 2010. – Т. 44, №2. – С. 115–124.
2. Коломицев Г.О. Досвід першого цифрового узагальнення впливів на біорізноманіття наземних екосистем України за методикою GLOBIO3. / Г.О. Коломицев // Наукові доповіді НУБіП – 2011 – 4 (26).
http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_4/11kgo.pdf
3. Ландшафтна екологія: навчально-методичний посібник з моделювання біорізноманіття, урахування впливів на нього (для освітніх цілей національного та регіонального рівнів) / [В. І. Придатко, Г. О. Коломицев, Р. І. Бурда, С. М. Чумаченко] – К.: НАУ, 2008. – 174 с.
4. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050 / Bakkenes, M., Alkemade, J. R. M., Ihle, et. al. // Global Change Biology. – 2002. – Vol. 8. – P 390– 407.
5. Bakkenes M. Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe / Bakkenes, M., Eikhout, B., & Alkemade, R. // Global Environmental Change, – 2006. Vol. 16(1), – P 19–28.
6. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Geneva: IPCC, 2007. – 104 p.

7. Climatic Atlas of European Breeding Birds / [Huntley B., Green R., Collingham Y. and Willis S.] – Lynx Edicions, 2007. – 521 p.
8. Global environment outlook 4 (GEO-4): Environment for development, UNEP. – Malta: Progress Press Ltd, 2007. – 540 p.
9. Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. Joint EEA-JRC-WHO report. – Copenhagen: European Communities, 2008. – 246 p.
10. Land Use, Climate Change and Biodiversity Modeling : [eds. Trisurat, Y. et al.]. – Pennsylvania: IGI Global, 2011. – 524 p.
11. Potential Impacts of Climate Change on the Distribution and Diversity Patterns of European Mammals / [Levinsky I., Skov F., Svenning J.C. Rahbek C.] // Biodiversity and Conservation – 2007. – Vol.16, №13. – P 3803– 3816.
12. Prydatko V. Biodiversity Modelling Experiences in Ukraine / Prydatko V., Kolomytsev G. // Land Use, Climate Change and Biodiversity Modeling: Perspectives and Applications. – N.Y.: IGI, 2011. – P 248–264. DOI: 10.4018/978-1-60960-619-0
13. Using niche-based modelling to assess the impact of climate change on tree functional diversity in Europe / [Thuiller, W., Lavorel, S., Sykes, M.T., Araújo, M.B.] // Diversity and Distributions – 2006. – Vol.12. – P 49–60.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АМУРСКОГО ЧЕБАЧКА (*PSEUDORASBORA PARVA*) В ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ В УСЛОВИЯХ ПРОГНОЗИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА К 2050 ГОДУ

Г.А. КОЛОМЫЦЕВ, Ю.К. Куцоконь

*С целью оценки влияния ожидаемых изменений климата в Восточной Европе к 2050 году на распространение инвазионных видов создана цифровая пространственная модель распространения амурского чебачка, *Pseudorasbora parva* (Cypriniformes, Cyprinidae). Исходные картографические материалы представлены современными данными по распространению вида; пакет климатических карт – современными и прогнозируемыми данными, которые*

соответствуют базовому сценарию развития общества к 2050 году. Результаты моделирования указывают на дальнейшее распространение вида в направлении северо-востока, ожидается расширение ареала в пределах 40% нынешней площади в пределах Восточной Европы. Ожидается, что на север вид распространится почти к Ладожскому озеру, климатически приемлемые для существования территории появятся также в районе дельты р. Урал на востоке.

Ключевые слова: амурский чебачок, инвазионный вид, модель распространения вида, Восточная Европа, изменение климата

ASSESSING OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON DISTRIBUTION OF STONE MOROCO (*PSEUDORASBORA PARVA*) IN EASTERN EUROPE BY 2050

G.A. KOLOMYTSEV, Yu.K. Kutsokon

The species distribution model (SDM) has been developed to assess potential impact of forecasted climate change on stone moroco, Pseudorasbora parva (Cypriniformes, Cyprinidae) distribution in Eastern Europe by 2050. The modern stone moroco distribution data and IMAGE model climate datasets were used as input. The climate data consists of actual records and forecast by 2050 in accordance with baseline IPCC scenario. SDM was developed using generalized linear model approach. The results of modelling show expansion of stone moroco towards north-east by 2050. It is expected that distribution area of stone moroco in Eastern Europe will increased by 40% comparing to current situation. New suitable areas are expected to appear near Lake Ladoga to the north of model area and within estuary of Ural River to the east.

Key words: stone moroco, alien, species distribution model, Eastern Europe, climate change