

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ»

г. Южно-Сахалинск, Сахалинская область

12–16 октября 2026 г.



Ученые и специалисты, аспиранты и студенты обсудят актуальные теоретические и прикладные проблемы, которые волнуют научное сообщество не только Дальневосточного региона России. Среди этих проблем природные катастрофы, методы оценки их опасности и риска, современные технологии геофизического мониторинга в сейсмоактивных и цунамиопасных регионах а также взаимосвязи живых организмов и геосистем.

Приглашаем желающих выступить с докладами и принять участие в обсуждении.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБСУЖДЕНИЙ

Исследования Земли: ответ на вызовы природных и техногенных катастроф

- Геологическое строение земной коры и структур различного масштаба
- Этапы и стадии развития земной коры и верхней мантии
- Вещественный состав геологических сред и объектов
- Поиск и прогнозирование месторождений полезных ископаемых

Динамика моря и вопросы изменения климата

- Поток вещества и энергии в гидросфере
- Генерация цунами и цунамиопасность
- Моделирование и прогноз морских опасных явлений
- Геолого-геоморфологические аспекты освоения морских побережий

Живые системы и геологическая среда

- Влияние природных и антропогенных факторов на живые организмы и экосистемы
- Адаптивные стратегии живых организмов
- Биологическое разнообразие и инвазии
- Анализ состояния экосистем по данным аэрокосмических исследований

Шаг в науку: технологии и практика

- Инженерные проекты и прототипы для мониторинга природных процессов
- Цифровые методы анализа геофизических и геоэкологических данных
- Моделирование природных опасностей и их последствий
- Междисциплинарные студенческие исследования

К началу работы конференции будут изданы тезисы докладов в авторской редакции. По материалам докладов будут опубликованы тематические выпуски журнала «Геосистемы переходных зон» (БС-2, входит в Перечень ВАК).

Регистрация участников осуществляется через форму на сайте конференции.

УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ВЗНОС оплачивается при регистрации.

- Для аспирантов и молодых ученых до 35 лет **3500 РУБ.** • Для остальных участников конференции **5000 РУБ.** •
- Стоимость участия включает расходы на организацию мероприятий, кофе-брейки, оргнабор участника конференции •

• **ПРОЕЗД И ПРОЖИВАНИЕ** участники конференции оплачивают самостоятельно.

Рекомендуемые гостиницы г. Южно-Сахалинска (вблизи маршрутов общественного транспорта): Lenina Hotel, Монерон, Лотос, Панорама, Командор, Юбилейная.

• **ПРОГРАММА** будет разослана участникам, а также размещена на сайте конференции.

• **ЭКСКУРСИИ:** осмотр достопримечательностей города Южно-Сахалинска; посещение Ботанического сада; геологическая экскурсия.

Подробная информация о сроках подачи тезисов, требованиях к их оформлению, порядке и условиях участия в конференции и экскурсионных мероприятиях будет размещена на сайте конференции и в последующих информационных письмах.

КОНТАКТЫ ОРГКОМИТЕТА

Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, д. 1 Б
Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН
Телефон/факс: 8 (4242) 79-15-17

Web-страница конференции:

<https://imggconf.ru>

E-mail: info@imggconf.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ

<p>Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН</p> 	<p>Дальневосточное отделение РАН</p>  <p>СФ ГС РАН</p> 	<p>ФГБОУ ВО «СахГУ»</p>  <p>СКБ САМИ ДВО РАН</p> 	<p>СахалинТех</p>  <p>Правительство Сахалинской области</p> 
--	---	---	---

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН.

г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1 Б.

Проезд автобусами 10, 62, 71, 21.

Остановка — «Институт морской геологии и геофизики».

© Авторы, 2026 г.
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution License 4.0 International (CC BY 4.0)



© The Authors, 2026.
Content is available under Creative Commons Attribution License 4.0 International (CC BY 4.0)

УДК 574.22

<https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.1.101-116>
<https://www.elibrary.ru/yvvdglv>

Биоклиматическое моделирование и вероятность распространения некоторых видов заразиховых (Orobanchaceae Vent.) в Саратовской области

И. В. Сергеева, Н. А. Петрова, Е. Н. Шевченко, Е. В. Гулина, А. Л. Пономарева

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии
им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

Резюме. В последние годы в ряде регионов Российской Федерации увеличивается частота встречаемости и расселения в новые местообитания представителей семейства заразиховых (Orobanchaceae Vent.). В Саратовской области известно девять видов заразиховых, в том числе заразиха подсолнечниковая (*O. cumana*), вредящая посевам подсолнечника. Присутствие в области заразихи ветвистой (*O. ramosa*) и бледноцветковой (*O. reticulata* subsp. *pallidiflora*) требует подтверждения. В работе представлены результаты моделирования потенциальных биоклиматических ареалов с использованием алгоритма MaxEnt для четырех видов заразиховых (*Orobanche cumana* Wallr., *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* (Wimm. & Grab.) Hayek., *O. ramosa* L., *O. caesia* Rchb.). Установлен диапазон некоторых климатических переменных в точках регистрации рассматриваемых видов в пределах распространения в Европе и Центральной Азии и их эколого-климатический оптимум, проведено сравнение их с климатическими параметрами Саратовской области. Биоклиматическое моделирование показало отсутствие в Саратовской области территорий, пригодных по климатическим параметрам для произрастания заразихи бледноцветковой и заразихи ветвистой. Однако описаны единичные случаи заноса этих видов в агроценозы. Выявлена высокая биоклиматическая пригодность территорий и, следовательно, вероятность дальнейшего расселения заразихи подсолнечниковой как в Саратовской области, так и в некоторых соседних регионах (Оренбургская область, Республика Башкортостан). Заразиха шерстистая (*O. caesia*) на территории Саратовской области также находится в зоне эколого-климатического оптимума.

Ключевые слова: климатические факторы, моделирование, распространение, потенциальный ареал, заразиха подсолнечниковая, заразиха бледноцветковая, заразиха ветвистая, заразиха шерстистая

Bioclimatic modeling and the probability of spread of some species of Orobanchaceae Vent. in the Saratov Region

Irina V. Sergeeva, Nadezhda A. Petrova, Ekaterina N. Shevchenko,

Ekaterina V. Gulina, Albina L. Ponomareva

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after
N.I. Vavilov, Saratov, Russia

Abstract. An increase in the occurrence and dispersal of broomrape species (Orobanchaceae Vent.) into new habitats has been observed in a number of regions of the Russian Federation in recent years. Nine broomrape species are known in the Saratov Region, including the sunflower broomrape (*O. cumana*), which damages sunflower crops. However, the presence of the branched broomrape (*O. ramosa*) and the pale-flowered broomrape (*O. reticulata* subsp. *pallidiflora*) in the region requires confirmation. This paper presents the results of modeling potential bioclimatic ranges using the MaxEnt algorithm for four broomrape species (*Orobanche cumana* Wallr., *O. reticulata* subsp. *pallidiflora*

(Wimm. & Grab.) Hayek., *O. ramosa* L., and *O. caesia* Rchb.). The range of some climatic variables at the registration points of the species under consideration within the distribution range in Europe and Central Asia and their ecological-climatic optimum were determined and compared with the climatic parameters of the Saratov Region. Bioclimatic modeling revealed the absence of areas in the Saratov Region with suitable climatic parameters for the growth of *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* and *O. ramosa*. However, single cases of these species in agrocenoses have been previously described. High bioclimatic suitability of the areas was identified, and, consequently, the likelihood of further dispersal of *O. cumana* both in the Saratov Region and in some neighboring regions (Orenburg Region, Republic of Bashkortostan). *Orobanchae caesia* is also located in the ecological-climatic optimum zone in the Saratov Region.

Keywords: climatic factors, modeling, distribution, potential range, *Orobanchae cumana* Wallr., *Orobanchae reticulata* subsp. *pallidiflora* (Wimm. & Grab.) Hayek., *Orobanchae ramosa* L., *Orobanchae caesia* Rchb.

Финансирование и благодарности

Работа выполнена по теме научного направления кафедры «Ботаника и экология» Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова «Растительность залежных земель Саратовской области: фиторазнообразие и закономерности восстановления».

Авторы выражают благодарность за сотрудничество куратору гербария SARAT, доценту кафедры ботаники и экологии СГУ им. Н.Г. Чернышевского к.б.н. Екатерине Александровне Нющенко.

Funding and Acknowledgements

The study was carried out within the framework of the scientific direction of the Department of Botany and Ecology at the Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov.

The authors would like to thank Ekaterina A. Nushchenko, the Curator of the SARAT Herbarium and Associate Professor at the Department of Botany and Ecology of the N.G. Chernyshevsky Saratov State University, for her cooperation.

Для цитирования: Сергеева И.В., Петрова Н.А., Шевченко Е.Н., Гулина Е.В., Пономарева А.Л. Биоклиматическое моделирование и вероятность распространения некоторых видов паразитических (Orobanchaceae Vent.) в Саратовской области. *Геосистемы переходных зон*, 2026, т. 10, № 1, с. 101–116. <https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.1.101-116>; <https://www.elibrary.ru/yvvdglv>

For citation: Sergeeva I.V., Petrova N.A., Shevchenko E.N., Gulina E.V., Ponomareva A.L. Bioclimatic modeling and the probability of spread of some species of Orobanchaceae Vent. in the Saratov Region. *Geosistemy peregodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2026, vol. 10, No. 1, p. 101–116. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.1.101-116>; <https://www.elibrary.ru/yvvdglv>

Введение

Представители семейства Orobanchaceae Vent. принадлежат к числу облигатных корневых паразитов и полностью лишены хлорофилла [1]. Некоторые из них наносят значительный экономический ущерб сельскому хозяйству, поражая важные культурные растения. Так, к числу злостных сорняков, значительно снижающих урожай в европейской части России, относятся паразитирующие: на подсолнечнике, полынях и других сложноцветных *Orobanchae cumana* Wallr.* (включая разновидность *O. cumana* var. *helianthi* Tzvelev); на многих дикорастущих и культивируемых травянистых растениях (в т.ч. томатах

и подсолнечнике) *O. ramosa* L. (*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel); на капусте, реже на горчице и рапсе *O. aegyptiaca* Pers. (*P. aegyptiaca* (Pers.) Pomel), *O. mutelii* F. Schultz (*P. mutelii* (F. Schultz) Pomel) и *O. brassicae* (Novopokr.) Novopokr. (*P. brassicae* (Novopokr.) Soják) [1]. Известны и попытки интродукции некоторых охраняемых и декоративных представителей семейства вместе с растением хозяином [1–3].

В последние годы Саратовская область является лидером по площади посевов подсолнечника** и находится в пределах нативного ареала *O. cumana*. При этом в настоящее время *O. cumana* и *O. caesia* Rchb. (*P. lanuginosa* (C.A. Mey.) Holub) все чаще отмечаются нами на залежах, техногенных территориях, а также

* Названия приведены по *Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew*. <http://powo.science.kew.org/> [дата обращения: 24.01.2022], в случае расхождения в скобках даны названия по Н.Н. Цвелёву, 2015 [1].

** *Посевная площадь подсолнечника в Саратовской области*. URL: https://64.rosstat.gov.ru/info_graf/document/214379 (дата обращения 18.11.2025).

в городской черте и естественных степных сообществах Саратовской области.

Последнее подробное исследование распространения заразих в Саратовской области (в посевах подсолнечника и среди сорняков) было проведено сотрудниками НИИ сельского хозяйства Юго-Востока (ныне ФАНЦ Юго-Востока) в период 2006–2012 гг. [4]. Авторы отмечали увеличение доли пораженных заразихой площадей с 2008 по 2012 г., причем рост наблюдался даже при пятилетней ротации подсолнечника. По их мнению, в последующие годы следовало ожидать усиления распространения заразихи и расширения ее расового состава в регионе. Основываясь на морфологических исследованиях материала, авторы данного исследования предполагают, что в Саратовской области на посевах подсолнечника распространена не только заразиха подсолнечниковая (*O. cumana*), но и заразиха бледноцветковая (*O. reticulata* subsp. *pallidiflora* (Wimm. & Grab.) Hayek, синоним *Orobancha pallidiflora* Wimm. et Grab.), которая ранее в Саратовской области не отмечалась. Присутствие заразихи бледноцветковой в Саратовской области вызывает сомнение, так как данный вид предпочитает более влажные места обитания, известен севернее [5]. Гербарные образцы этого вида с территории Саратовской области нам неизвестны. Гербарный материал авторов [4] не представлен, присутствует только фото (не разборчивое).

В последних флористических сводках для Саратовской области указаны девять видов семейства заразиховых [3, 6, 7]:

O. alba Steph. ex Willd. и *O. coerulescens* Steph. – внесены в Красную книгу Саратовской области [3, 6, 7];

O. buekii A. Dietr. (*O. alsatica* Kirschl.) – встречается изредка в Правобережье [6];

O. bartlingii Griseb. – вероятно, физиологическая раса предыдущего вида [1, 7];

O. cumana Wallar. (включая *O. cumana* var. *helianthi* Tzvelev) – паразит на полях [6, 7];

O. elatior Sutt. – изредка в Правобережье [15, 16];

O. caesia Rchb. (*P. lanuginosa* (C.A. Mey.) Holub) – обыкновенно, по всей области [6, 7];

O. arenaria Borkh. (*P. laevis* (L.) Holub.) – редко, на сложноцветных [6, 7];

O. purpurea Jacq. (*P. purpurea* (Jacq.) Soják.) – в Саратовской области сходна с предыдущим видом [6, 7].

O. ramosa указана как, вероятно, исчезнувший вид, последние сборы которого были сделаны ранее 1920 г. [6]. Однако в гербарии SARAT имеются два сбора этого вида более позднего времени: 1) 19.08.2004. Саратовская область, Краснокутский район 15 км севернее с. Дьяковка, на плантации бахчевых культур. Паразитирует на корнях тыквы. Leg., det. Е.А. Киреев, sic. Е.А. Архипова, sic. М.А. Ткаченко; 2) 10.09.2008. г. Саратов. Огород. Найдена на одном огороде, где несколько лет подряд выращивали томаты. Паразитирует на *Solanum lycopersicum* L. Leg. – не указано, det. – Е.А. Архипова, sic. М.А. Ткаченко.

Имеются также данные об увеличении встречаемости заразих и в других регионах. Так, в соседней Оренбургской области описана новая ассоциация сеgetальной растительности: *Amarantho blitoides* – *Lactucetum tataricae* Khasanova et. al. 2019 с участием *O. cumana* [8]. Отмечено, что заразиха встречается в сообществах с высоким постоянством, но низким обилием (до 1 %), что нехарактерно для других ассоциаций. *O. cumana* отмечается также в Республике Башкортостан, где ранее в составе сеgetальной растительности этот вид не фиксировался [8, 9]. Вредящая посевам *O. ramosa* отмечается в Крыму [10, 11], в Предкавказье [12], Ростовской области [13], на территории Донецкого ботанического сада [14] и в Казахстане [15].

Несмотря на длительную историю изучения флоры европейской части России и Саратовской области в частности, детальные сведения по распространению и экологии отдельных экономически важных групп растений требуют постоянного обновления. Актуальность таких работ обусловлена внедрением новых гибридов подсолнечника и совершенствованием агротехники, а также изменениями климата, влияющими на распространение видов.

Известно, что каждый вид адаптирован к определенному диапазону климатических

условий. Понимание ареала как географической проекции экологической ниши или функции, зависимой от факторов среды, определило направление развития экологического моделирования ареалов [16]. При этом моделирование на основе анализа пространственного распределения абиотических факторов среды позволяет построить модель, которая соответствует только потенциальному ареалу, поэтому результирующие значения нельзя трактовать как вероятность присутствия, а только как *пригодность местообитаний*. И чем более полно будут учтены факторы, реально влияющие на распространение вида, тем точнее будет предсказана пригодность местообитаний [17]. Моделирование на основе биоклиматических показателей в настоящее время все чаще используется как для редких, так и для инвазивных видов растений [18, 19], в том числе для прогнозирования трансформации экологической ниши при различных сценариях изменения климата. Это направление позволяет определить экологические оптимумы и расширить представления о биологии и экологии растений.

Цель работы – на основе биоклиматического моделирования определить климатическую пригодность территорий Саратовской области для произрастания четырех потенциально опасных видов заразиховых (*O. cumana*, *O. reticulata* subsp. *pallidiflora*, *O. ramosa*, *O. caesia*), паразитирующих на сложноцветных; установить эколого-климатические оптимумы существования данных видов; выявить климатические факторы, ограничивающие их дальнейшее расселение. Для оценки пригодности местообитаний Саратовской области к произрастанию этих видов был использован метод моделирования современного потенциального климатического ареала на основе алгоритма «максимальной энтропии», реализованный в пакете MaxEnt [20, 21]. MaxEnt – это алгоритм машинного обучения, который предсказывает присутствие вида в географическом пространстве, основываясь только на точках регистрации видов, без учета мест документированного отсутствия.

Материалы и методы

Описание принципов работы MaxEnt приведено в ряде работ авторов алгоритма [20, 21]. Сведения о точках регистрации видов в пределах ареала заразиховых (в Европе и Центральной Азии) получены нами из открытых баз данных ([5]; GBIF*; литературных источников [8–12]; региональных гербариев (SARBG, SARAT, гербария кафедры «Ботаника и экология») и собственных наших данных, содержащих координаты находок. В полученных данных не учитывались точки регистрации без подтверждения (фото или гербарным листом), а также точки, попадающие в одну и ту же ячейку растрового набора данных.

Применение метода максимальной энтропии требует соблюдения ряда принципов [16, 17]. Так, проблема пространственной неравномерности точек регистрации была решена удалением одинаковых координат после округления их до сотых долей градуса (в таблице Excel), что позволило уменьшить скопление данных по европейской части ареала. В итоге для *O. cumana* использовано 272 точки регистрации, для *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* – 101, *O. ramosa* – 442, *O. caesia* – 397. Согласно методике, 25 % записей служили в качестве тестовой выборки для проверки адекватности модели, 10 % приняты за нетипичные, т.е. зарегистрированные в малоприспособных биотопах [20, 21].

В качестве предикторов использовали широко применяемые биоклиматические переменные, усредненные за 1981–2010 гг., полученные в виде растровых наборов данных из открытой базы WorldClim 2 [22]. С помощью модулей «Exrtactor» и «Зональная статистика» QGIS для точек регистрации видов и для территории Саратовской области отдельно из растровых данных извлечены значения всех биоклиматических переменных. Для полученных данных вычислены значения сводной статистики (среднее, диапазон, верхний и нижний квартили) и проведена оценка взаимной корреляции климатических переменных.

* Global biodiversity Information Facility; <https://www.gbif.org/>

На подготовительном этапе построены разные варианты моделей, проведена оценка вклада и взаимосвязи переменных и точности моделей. С учетом взаимного влияния переменных и биологических особенностей видов [17], в итоговую модель вошли 12 из 19 имеющихся биоклиматических параметров: среднегодовая температура (bio 1), максимальная температура наиболее теплого месяца (bio 5), минимальная температура наиболее холодного месяца (bio 6), средняя температура наиболее влажного квартала (bio 8), средняя температура наиболее сухого квартала (bio 9), средняя температура наиболее теплого квартала (bio 10), средняя температура наиболее холодного квартала (bio 11), годовые осадки (bio 12), количество осадков в наиболее влажный месяц (bio 13), количество осадков в наиболее сухой месяц (bio 14), количество осадков в наиболее теплый квартал (bio 18), количество осадков в наиболее холодный квартал (bio 19). В дальнейший анализ не включены расчетные и повторяющиеся параметры (bio 2, bio 3, bio 4, bio 7, bio 15, bio 16, bio 17). Для получения модели использовали логистический формат, расчет проводили при 1000 итераций по каждой ячейке анализируемой области. Точность полученной модели подтверждается с помощью показателя AUC (Area Under the Curve, площадь под ROC-кривой) – предсказательной способности модели в каждой точке раstra [20, 21].

Результаты и обсуждение

Анализ гербарных сборов представителей семейства заразных выявил, что данные об их распространении на территории Саратовской области фрагментарны. Несмотря на то что некоторые из них обычны по всему региону, сборы не отражают современного распространения и не всегда имеют точные координаты. Наши данные последних лет дополняют сведения о встречаемости заразных в Саратовской области:

O. cumana – Саратовская область, Федоровский район, залежь (2024 г. – на многолет-

них залежах единично, 2025 – после распашки залежи массово); Саратовская область, Энгельсский район, УНПО «Поволжье», в посевах пшеницы, на латуке (2021 г., единично);

O. cumana var. *helianthi* – г. Саратов; Саратовская область, Ртищевский район, на латуке (2023 г., массово);

O. coerulescens Steph. – 12.07.2016 г., г. Саратов, Заводской район, УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, плодовый сад. Паразитирует на представителях семейства Asteraceae (гербарий SARAT, leg. Е.В. Гулина, det. Е.А. Архипова, sic. М.А. Ткаченко).

O. caesia – г. Саратов, Заводской район, Пролетарский поселок, окрестности УНПК «Агроцентр», на степном склоне, среди сложноцветных (2016 г., единично); южная окраина г. Саратов, территория НПЗ (2024 г., единично).

По результатам моделирования на основе климатических переменных получены прогнозные карты распространения исследуемых видов в Европе и Центральной Азии, т.е. в пределах всего ареала (ареал *O. ramosa* включает и часть Африканского континента). Затем территория Саратовской области была увеличена и рассмотрена подробнее. На картах с помощью градаций цвета обозначена климатическая пригодность территорий для произрастания видов (в диапазоне от «0 – не пригодны» до «1 – полностью пригодны») (рисунки 1, 2). При построении карт были получены следующие показатели точности моделей AUC: *O. cumana* – 0.979 для тренировочных и 0.977 для тестовых данных; *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* – 0.990 и 0.987; *O. ramosa* – 0.977 и 0.975; *O. caesia* – 0.973 и 0.967 соответственно, что указывает на удовлетворительную предсказательную способность полученных моделей.

Результирующая модель визуализирует поле, описывающее пространственное распределение пригодности местообитаний изучаемых видов. Для *O. cumana* потенциально пригодные территории охватывают Средиземноморье, юго-восточную Европу, Кавказ, в меньшей степени юг Сибири (рис. 1 а). Саратовская область полностью входит в зону климатического оптимума данного вида (рис. 1 в).

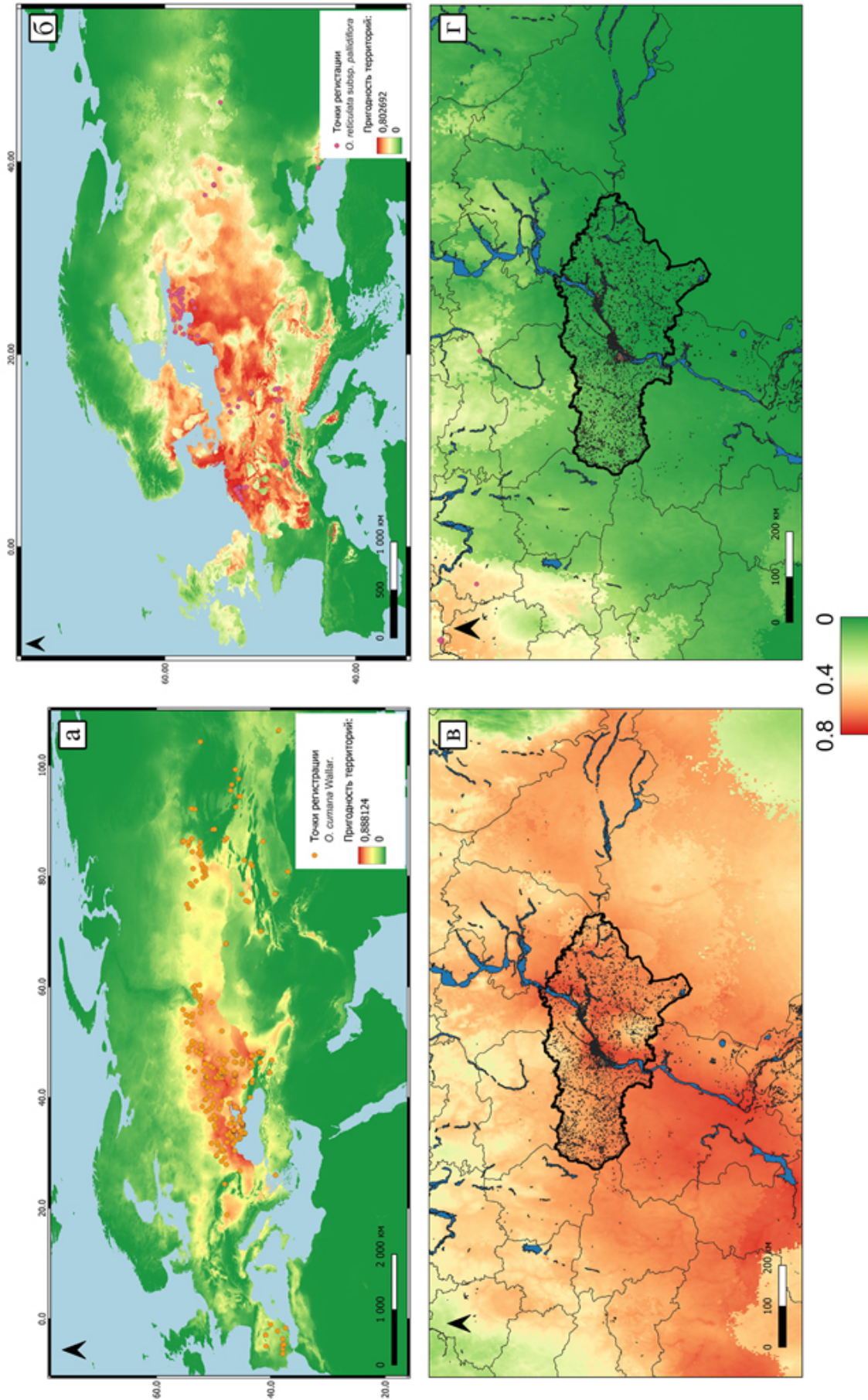


Рис. 1. Точки регистрации и потенциальный биоклиматический ареал *O. citana* (а) и *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* (б); климатическая пригодность территорий Саратовской области для *O. citana* (в) и *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* (г). С помощью градации цвета обозначена климатическая пригодность территорий для видов: зеленый – территории не пригодны (вероятность 0), желтый, оранжевый – пригодны (вероятность ≥ 0.4) красный – территории полностью пригодны (вероятность ≥ 0.8).

Fig. 1. Registration points and potential bioclimatic range of *O. citana* (a) and *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* (б); climatic suitability of the territories of the Saratov Region for *O. citana* (в) and *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* (г). The climatic suitability of territories for species is indicated by color gradients: green marks unsuitable territories (probability 0); yellow and orange mark suitable territories (probability ≥ 0.4); red marks fully suitable territories (probability ≥ 0.8).

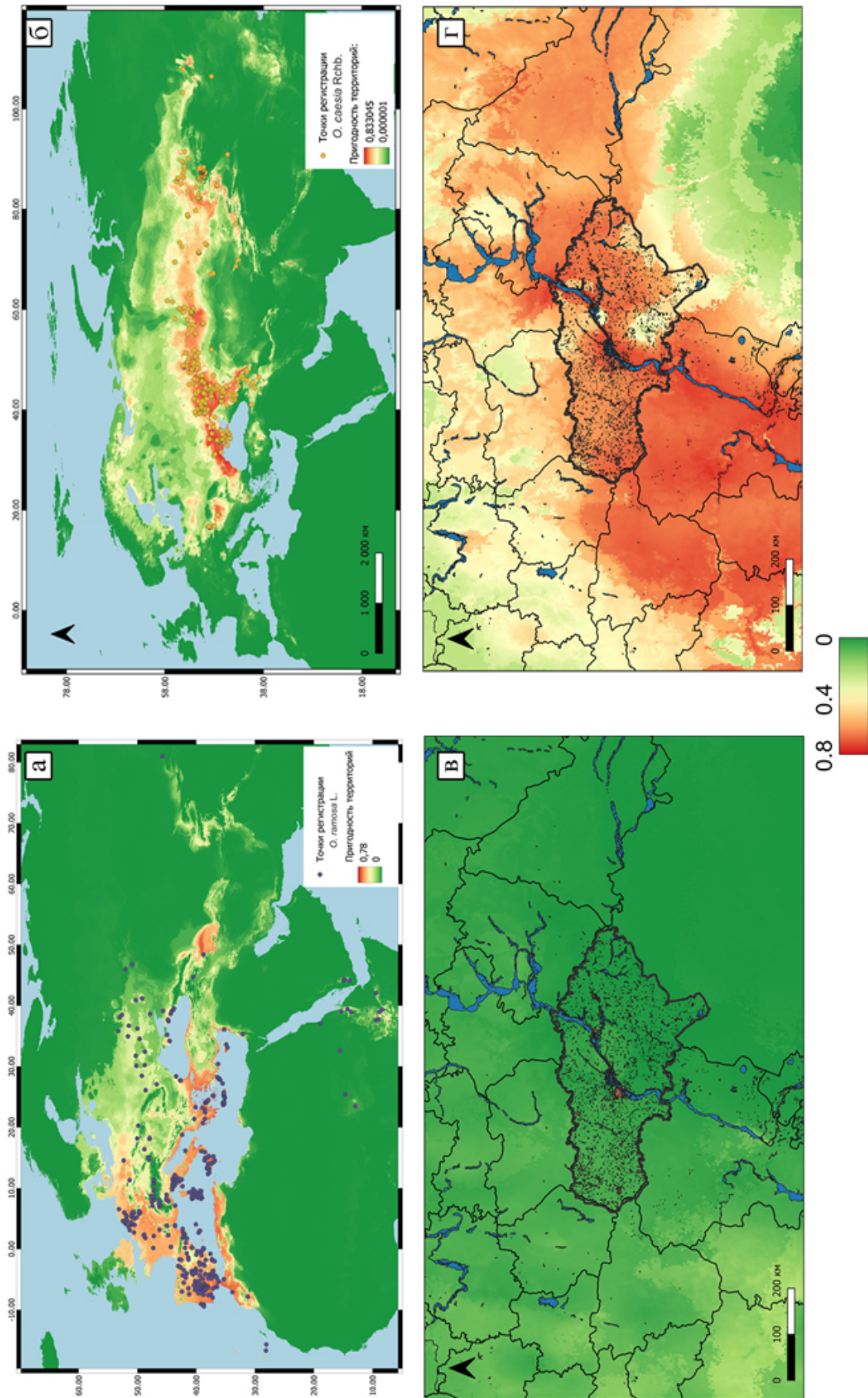


Рис. 2. Точки регистрации и потенциальный биоклиматический ареал *O. ramosa* (а) и *O. caesia* (б); климатическая пригодность территорий Саратовской области для *O. ramosa* (в) и *O. caesia* (г). С помощью градации цвета обозначена климатическая пригодность территорий для видов: зеленый – территории не пригодны (вероятность 0), желтый, оранжевый – пригодны (вероятность ≥ 0.4), красный – территории полностью пригодны (вероятность ≥ 0.8).

Fig. 2. Registration points and potential bioclimatic range of *O. ramosa* (a) and *O. caesia* (б); climatic suitability of the territories of the Saratov Region for *O. ramosa* (в) and *O. caesia* (г). The climatic suitability of territories for species is indicated by color gradients: green marks unsuitable territories (probability 0); yellow and orange mark suitable territories (probability ≥ 0.4); red marks fully suitable territories (probability ≥ 0.8).

Существование популяций в зоне экологического оптимума вида будет наиболее стабильным, а их продуктивность высокой (красные и оранжевые оттенки на карте); в пессимальных зонах динамика будет выражена сильнее, популяции менее устойчивы (пригодность территорий < 0.40, желтый цвет на карте).

Полученная карта современного потенциального ареала (рис. 1 а) коррелирует с известными зонами вредоносности *O. sutana* [23]: степные районы Украины, Крым, Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область, Нижнее Поволжье, а также юг Западной Сибири (Алтайский край). Модель также предсказывает вероятность натурализации вида в Воронежской, Пензенской, Липецкой, Тамбовской областях. Выявлена высокая биоклиматическая пригодность территорий в Оренбургской области и Республике Башкортостан.

Потенциальный биоклиматический ареал *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* находится в центральной и северо-западной Европе, существенно западнее и севернее границ Саратовской области (рис. 1 б, г). Восточная граница потенциального ареала данного вида проходит по Рязанской, Липецкой, Курской, Белгородской областям, южная – на уровне Республики Мордовия. Таким образом, потенциально пригодных территорий для распространения *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* в нашем регионе не выявлено. Вероятно, Е.Ю. Сибикеева с соавт. [4] имели дело с одной из экологических форм *O. sutana*, проявляющих высокую морфологическую изменчивость [24]. Не исключаем и единичные случаи заноса этого вида в агроценозы, которые, однако, не приводят к его дальнейшему расселению.

Современный ареал *O. ramosa* в настоящее время тоже, скорее всего, находится существенно западнее Саратовской области (рис. 2 а, в). Однако заметно, что 10 % точек регистрации, принятых за находки в нетипичных местах обитания при построении модели, находятся на значительном удалении от климатического оптимума (от оранжевой и красной зон на карте), в отличие от трех других рассматриваемых видов. Это может говорить о широкой экологической амплитуде и экологической пластичности вида. *O. ramosa* – это активно рассе-

ляющийся инвазивный и высоко контагиозный вредящий посевам вид. Вероятно, в настоящее время происходит его расселение и адаптация к новым местам обитания.

Потенциальный биоклиматический ареал *O. caesia* большей частью совпадает со степным поясом Евразии. Саратовская область также полностью находится в зоне климатического оптимума для *O. caesia* (рис. 2 б, г). В регионе вид встречается в городской черте и на техногенных нарушенных территориях, в основном на полях. Сведений о распространении в агроценозах нет.

Алгоритм MaxEnt позволяет проанализировать относительный вклад переменных окружающей среды в построение итоговой модели [20, 21] с использованием jackknife-теста (метод «складного ножа»). На рис. 3 показаны результаты оценки важности переменных этим методом на тренировочных данных.

Для *O. sutana* климатическая переменная, которая при использовании изолированно от других переменных дает наибольший прирост, – bio 1 (рис. 3 а, синий цвет). Другими словами, она сама по себе содержит наиболее полезную информацию для модели. Переменная среды, которая в наибольшей степени уменьшает прирост при ее опущении, – bio 5 (рис. 3 а, голубой цвет). По-видимому, она содержит больше всего уникальной информации. Для *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* наиболее ценную информацию несет переменная среды с максимальным эффектом при изолированном использовании – bio 10 (рис. 3 б). Переменная bio 9, напротив, сильнее прочих снижает прирост при исключении – значит, содержит уникальные данные, отсутствующие в других переменных. Для *O. ramosa* наибольшим эффектом при отдельном использовании обладает переменная bio 1 (рис. 3 в), что указывает на ее самостоятельную информативность. Исключение переменной bio 8 приводит к наибольшему падению прироста; следовательно, она содержит наиболее уникальную информацию. Для *O. caesia* переменная bio 1 (рис. 3 г) дает максимальный прирост при изолированном применении, а переменная bio 5 – наибольшие потери при исключении.

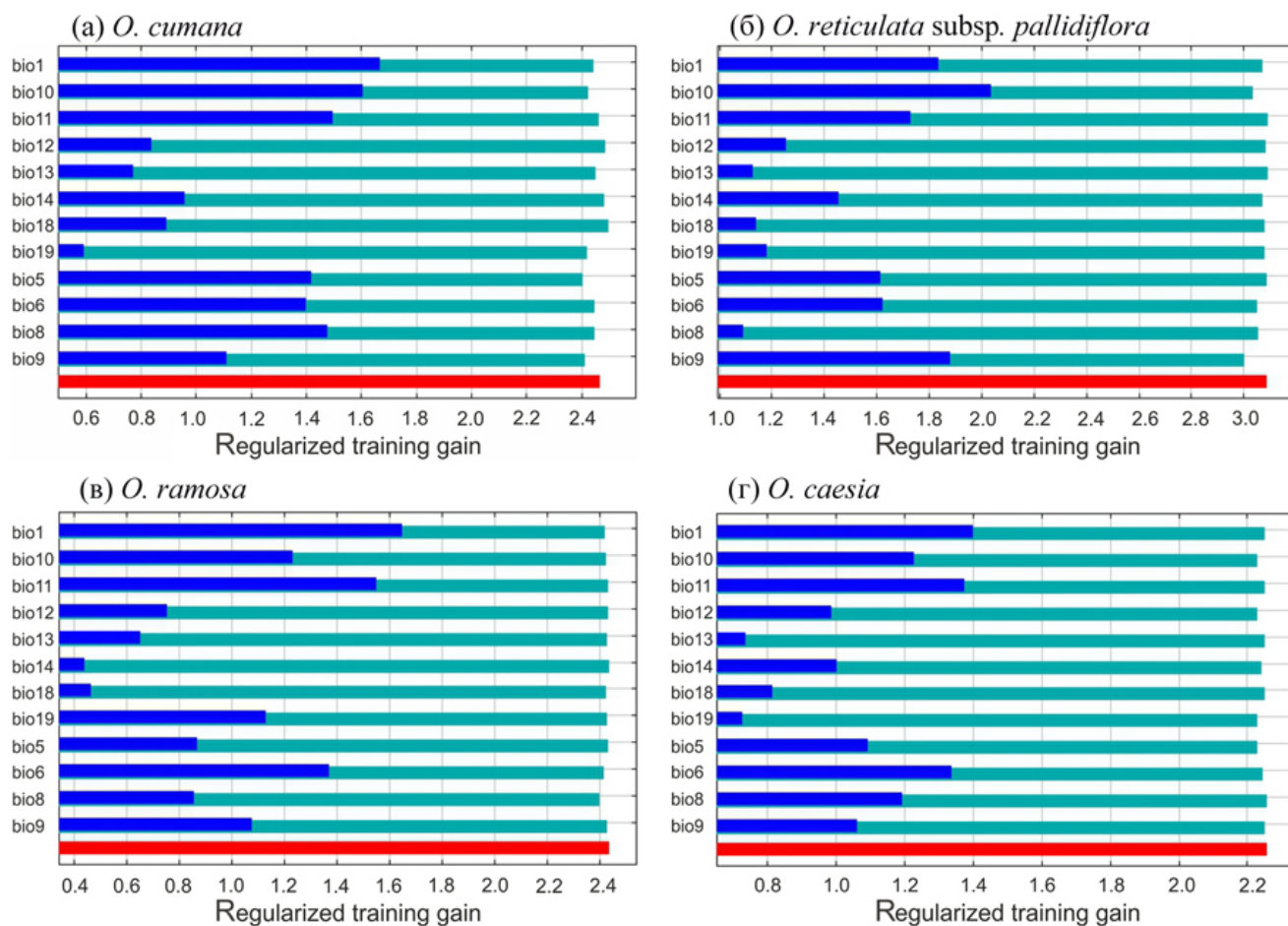


Рис. 3. Результаты теста jackknife, показывающие важность переменных. По горизонтальной оси – регуляризованный прирост (по тренировочным данным), по вертикальной оси – биоклиматические переменные. Голубой цвет – модель без переменной, синий – модель с единственной переменной, красный – модель со всеми переменными.

Fig. 3. The results of the jackknife test of variable importance. The horizontal axis shows regularized growth (based on training data), and the vertical axis shows bioclimatic variables. Light blue marks a model without a variable, dark blue marks a model with a single variable, and red marks a model with all variables.

Исходя из этого можно предположить, что на распространение *O. cumana* существенно влияют среднегодовая температура (bio 1) и температура наиболее теплого квартала (bio 5). Для *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* это средняя температура наиболее теплого квартала (bio 10) и средняя температура наиболее сухого квартала (bio 9) (в резко континентальном климате они не совпадают). Для *O. ramosa* – среднегодовая температура (bio 1) и средняя температура наиболее влажного квартала (bio 8). Для *O. caesia* – среднегодовая температура (bio 1) и максимальная температура самого теплого месяца (bio 5).

Таким образом, для данных видов показатели температуры более значимы, чем количество осадков, что согласуется с мнением

других авторов [23]: критерием правильности определения основных лимитирующих факторов служит соответствие границы ареала изолиниям лимитирующего фактора. Чаще всего таким фактором являются температуры. При этом распространение сходных жизненных форм растений в пределах одного региона определяется чаще всего одинаковым набором факторов. Однако виды отличаются экологическими амплитудами в пределах одного и того же набора лимитирующих факторов, что и приводит к различиям в конфигурации их ареалов. Диапазон и оптимальные значения переменных окружающей среды для 4 видов семейства заразных наглядно представлены на графике (рис. 4). В нашем случае наибольший размах экологической амплитуды по

некоторым климатическим факторам имеет *O. ramosa* (рис. 4, фиолетовый цвет). *O. cumana* и *O. ramosa* отмечены на территориях с нулевым количеством осадков в наиболее сухой месяц (bio 14), т.е. переносят засуху. В целом, *O. ramosa* обитает в более широком диапазоне по значениям количества осадков, чем другие виды, имеет по сравнению с ними более широкую экологическую амплитуду. Температурный оптимум данного вида по сравнению с другими несколько выше. *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* отличается узкой экологической амплитудой и существует в более холодном климате, чем три другие вида.

При сопоставлении данных о распространении видов заразики выявлено, что средняя температура наиболее теплого квартала (bio 10) в точках регистрации *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* существенно ниже таковой в пределах Саратовской области (см. таблицу). Среднегодовая температура (bio 1) в точках регистрации *O. ramosa* выше таковой в Саратовской области, хотя диапазоны частично перекрываются. Значения климатических переменных для *O. cumana* и *O. caesia* сопоставимы с данными по Саратовской области. Таким образом, зафиксированные в таблице данные показывают, по каким именно переменным территория региона не соответствует климатической нише вида в настоящее время, и могут служить отправной точкой для дальнейших наблюдений.

В современных экологических концепциях подчеркивается необходимость комплексного анализа совокупности факторов – видовых особенностей, параметров окружающей среды и социально-экономических условий – для объяснения процессов натурализации растений и формирования инвазионных очагов [25]. Динамика инвазионного процесса предполагает последовательное прохождение видами ряда стадий.

В контексте рассматриваемого вопроса можно предположить, что *O. ramosa* в настоящее время находится на стадии климатической предварительной адаптации. Периодические случаи заноса данного вида создают предпосылки для потенциального закрепления, однако пока не приводят к формированию

устойчивых популяций в Саратовской области. Отчасти это происходит из-за малой частоты и масштабов повторных заносов (низкого пропагульного давления). Проросшие из занесенных семян растения вегетируют в течение одного-двух сезонов, после чего выпадают, вероятно, из-за воздействия низких температур. Со временем возможно формирование более устойчивых экотипов в результате адаптационных процессов и увеличения частоты повторных заносов. Однако последние исследования указывают на то, что инвазивные растения, как правило, предпочитают климатические условия, близкие к тем, с которыми они сталкиваются в их родной среде, а климатическое расширение экологической ниши не столь значительно [25]. Но, учитывая, что диапазоны большинства климатических переменных для *O. ramosa* перекрывают таковые для территории Саратовской области (таблица), это может создать предпосылки для перехода вида на следующую стадию инвазионного процесса – устойчивое закрепление в новых местобитаниях.

Аборигенный для Саратовской области вид *O. cumana* имеет многие признаки, характерные для успешных инвазивных растений: наличие экологических рас, высокая семенная продуктивность, вспышки численности на нарушенных территориях, быстрая адаптивная реакция на изменения среды [24]. Перечисленные особенности обуславливают потенциал к активному расселению вида.

Кроме факторов окружающей среды, росту численности и расширению ареала *O. cumana* способствует активная распашка залежных земель, наблюдаемая в последнее время. Залежи, находящиеся в постагрогенной сукцессии в течение 5–15 лет, играют неоднозначную роль в динамике популяций растения паразита. С одной стороны, они служат резерватом для сохранения и накопления его семян в почве. С другой – на залежах формируются устойчивые фитоценозы с доминированием злаков, которые являются неблагоприятными или нейтральными хозяевами для *O. cumana*, что приводит к постепенной естественной деградации банка семян паразита.

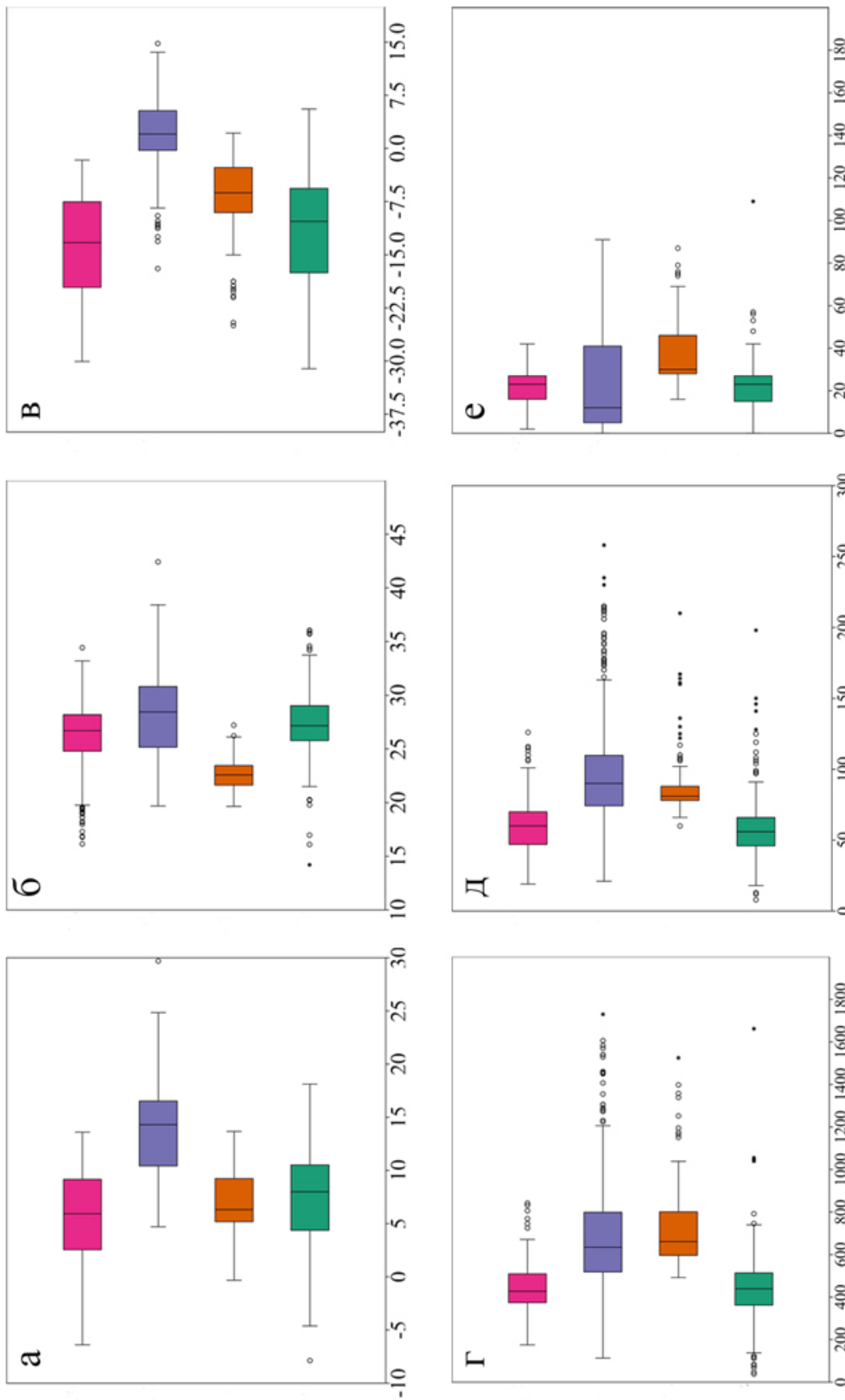


Рис. 4. Диаграмма размаха климатических переменных для 4 видов заразных.

Верхняя панель. По горизонтальной оси – температура, °С: (а) максимальная температура самого теплого месяца (bio 1), (б) средняя годовая (bio 5), (в) минимальная температура самого холодного месяца (bio 6). Нижняя панель. По горизонтальной оси – сумма осадков, мм: (г) годовая сумма осадков (bio 12), (д) количество осадков в наиболее влажный месяц (bio 13), (е) количество осадков в наиболее сухой месяц (bio 14).

Цветом обозначены виды: розовый – *O. caesia*, фиолетовый – *O. ramosa*, оранжевый – *O. reticulata* subsp. *pallidiflora*, зеленый – *O. sitana*. В пределах цветного прямоугольника находится 50 % значений (межквартильный размах); вертикальной чертой в прямоугольнике показана медиана, горизонтальной линией – 95 % значений, точками обозначены существенно отклоняющиеся от основной выборки значения (выбросы).

Fig. 4. Boxplot of climate variables for four broomrape species.

Top panel. Horizontal axis denotes temperature, °C: (a) maximum temperature of the warmest month (bio 1), (б) mean annual temperature (bio 5), (в) minimum temperature of the coldest month (bio 6). Bottom panel. Horizontal axis denotes precipitation in mm: (г) annual precipitation (bio 12), (д) precipitation in the wettest month (bio 13), (е) precipitation in the driest month (bio 14).

Species are colored: pink, *O. caesia*; purple, *O. ramosa*; orange, *O. reticulata* subsp. *pallidiflora*; green, *O. sitana*. 50 % of the values (interquartile range) are within the colored rectangle; the vertical line in the rectangle shows the median, the horizontal line shows 95 % of the values, and the dots indicate values that deviate significantly from the main sample, outliers.

Таблица. Значения климатических переменных в местах точек регистрации четырех видов заразных по всему ареалу и на территории Саратовской области
Table. Climate variable values at recording sites for four broomrape species throughout the range and the territory of the Saratov Region

Показатель	<i>O. cymata</i> (272 т.р.)	<i>O. reticulata</i> subsp. <i>pallidiflora</i> (101 т.р.)	<i>O. ramosa</i> (442 т.р.)	<i>O. caesia</i> (397 т.р.)	Территория Саратовской области
Среднегодовая температура, °С (bio 1)	<u>(-7.9)</u> -7.5-18.1 4.4-10.5	<u>(-0.3)</u> -6.6-13.7 5.2-9.2	<u>4.7</u> -13.7-29.7 10.4-16.5	<u>(-6.4)</u> -5.3-13.6 2.5-9.2	<u>4.7</u> -5.8-7.1 5.3-6.5
Максимальная температура самого теплого месяца, °С (bio 5)	<u>14.2</u> -27.5-36.0 25.8-29.0	<u>19.7</u> -22.7-27.2 21.6-23.5	<u>19.7</u> -28.2-42.4 25.2-30.8	<u>16.2</u> -26.2-34.4 24.8-28.2	<u>25.2</u> -28.1-32.5 26.4-30.6
Минимальная температура самого холодного месяца, °С (bio 6)	<u>(-31.1)</u> -(<u>-10.8</u>)-5.6 (-17.5)-(-5.6)	<u>(-25.0)</u> -(<u>-7.1</u>)-2.2 (-9.0)-(-2.7)	<u>(-17.0)</u> -2.2-14.8 (-0.3)-5.3	<u>(-30.1)</u> -(<u>-13.8</u>)-(-1.6) (-19.6)-(-7.5)	<u>(-18.1)</u> -(<u>-15.1</u>)-(-12.2) (-17.3)-(-14.1)
Средняя температура наиболее влажного квартала, °С (bio 8)	<u>(-9.7)</u> -16.5-25.1 16.3-20.0	<u>4.0</u> -13.5-18.2 11.2-16.9	<u>(-0.9)</u> -11.8-31.8 8.9-15.2	<u>(-10.0)</u> -17.3-22.5 16.45-19.64	<u>(-6.4)</u> -17.2-22.8 0.6-15.8
Средняя температура наиболее сухого квартала, °С (bio 9)	<u>(-20.8)</u> -(<u>-0.5</u>)-26.2 (-6.0)-2.2	<u>(-14.2)</u> -(<u>-0.4</u>)-16.7 (-1.3)-2.3	<u>(-9.2)</u> -17.0-27.1 6.6-23.8	<u>(-21.2)</u> -(<u>-4.6</u>)-23.9 (-11.8)-0.3	<u>(-8.3)</u> -(<u>-2.7</u>)-5.9 (-1.3)-2.1
Средняя температура наиболее теплого квартала, °С (bio 10)	<u>6.7</u> -20.4-26.2 18.6-22.1	<u>13.5</u> -16.5-22.0 15.7-17.1	<u>13.8</u> -21.4-33.6 18.4-24.0	<u>8.9</u> -18.9-25.7 17.4-21.0	<u>18.4</u> -20.7-22.9 19.7-20.9
Средняя температура наиболее холодного квартала, °С (bio 11)	<u>(-23.4)</u> -(<u>-5.7</u>)-11.8 (-11.7)-(-1.2)	<u>(-17.5)</u> -(<u>-3.2</u>)-5.9 (-5.1)-0.1	<u>(-10.9)</u> -6.6-23.9 3.5-9.7	<u>(-22.7)</u> -(<u>-8.7</u>)-2.4 (-14.0)-(-2.8)	<u>(-12.0)</u> -(<u>-9.7</u>)-7.7 (-11.0)-(-8.8)
Годовые осадки, мм (bio 12)	<u>38</u> -436-1662 332-514	<u>492</u> -739-1525 597-801	<u>113</u> -690-1730 518-799	<u>175</u> -442-842 374-509	<u>300</u> -440-580 370-490
Количество осадков в наиболее влажный месяц, мм (bio 13)	<u>8</u> -58-198 46-66	<u>60</u> -89-210 78-88	<u>21</u> -98-258 74-109	<u>19</u> -60-126 47-70	<u>33</u> -50-66 41-58
Количество осадков в наиболее сухой месяц, мм (bio 14)	<u>0</u> -22-109 15-27	<u>16</u> -37-87 28-46	<u>0</u> -23-91 5-41	<u>2</u> -21-42 16-27	<u>17</u> -24-35 22-31
Количество осадков в наиболее теплый квартал, мм (bio 18)	<u>19</u> -138-382 107-170	<u>165</u> -241-486 206-243	<u>0</u> -116-436 40-194	<u>21</u> -157-318 122-190	<u>85</u> -136-171 106-128
Количество осадков в наиболее холодный квартал, мм (bio 19)	<u>2</u> -95-477 69-117	<u>79</u> -149-504 103-196	<u>0</u> -212-628 147-253	<u>7</u> -82-182 60-106	<u>66</u> -97-144 86-124

Примечание. Над чертой: минимальное – среднее – максимальное значение; под чертой: нижний – верхний квартили; т.р. – точка регистрации вида.

Note. Above the line is the minimum – average – maximum value; below the line are lower – upper quartiles; т.р. – species registration point.

При распашке залежных земель под очередной цикл сельскохозяйственного использования происходит резкая активизация сохранившегося в состоянии покоя банка семян. Наши наблюдения показывают, что на вновь распаханых залежах, особенно в Левобережье, отмечаются мощные всплески численности *O. cuman* вместе с другими сорными растениями из сложноцветных. Таким образом, распашка прерывает естественный процесс очищения почвы от семян заразики, который происходил в отсутствие восприимчивого хозяина. Кроме того, механическая обработка почвы приводит к перемещению семян паразита из нижних горизонтов в поверхностные, где создаются оптимальные условия для их прорастания и инфицирования корней растения хозяина. Если не происходит дальней-



Рис. 5. *O. cuman* на латуке после дискования многолетней залежи. 8 июля 2025 г. Федоровский район, Саратовская область.

Fig. 5. *O. cuman* on lettuce after plowing a perennial fallow land. July 8, 2025. Fyodorovsky District, Saratov Region.

шая обработка почвы, резко увеличивается и обновляется банк семян, что в зоне эколого-климатического оптимума весьма опасно. Получение семян, которые сохраняются в почве в течение нескольких сезонов, значительно увеличивает вероятность натурализации и ее географические масштабы, особенно для однолетников [25].

Заключение

Проведенное биоклиматическое моделирование подтвердило отсутствие в Саратовской области территорий, потенциально пригодных по климатическим параметрам для *O. reticulata* subsp. *pallidiflora* и *O. ramosa*. Вид *O. cuman* находится в зоне эколого-климатического оптимума в пределах нативного ареала, поэтому весьма вероятно дальнейшее расселение его на новые местообитания в регионе. Оптимальные для *O. cuman* территории имеются и в соседних с Саратовской областью регионах.

В реальности ареал растений паразитов динамичен, так как плотность и численность их популяций колеблется в зависимости от наличия подходящих растений хозяев. Представляется интересным сопоставить в дальнейшем эколого-климатические оптимумы растения паразита и хозяина.

Активное вовлечение залежных земель в сельскохозяйственный оборот без учета фитосанитарного состояния почвы является мощным фактором, влияющим на увеличение численности *O. cuman*. Данный процесс приводит к быстрому формированию новых очагов заражения и способствует поддержанию высокого инфекционного фона на обширных территориях.

Модель пригодности местообитания, разработанная для различных видов заразных на территории Саратовской области, показывает необходимость продолжения мониторинговой работы по обнаружению экземпляров заразики подсолнечниковой (*O. cuman*) и заразики шерстистой (*O. caesia*) в районах массового возделывания подсолнечника, где сохраняются или вводятся в эксплуатацию залежные земли в пределах нативных ареалов данных видов. Учитывая возможность дальнейшего расселения

O. ramosa, факты заноса этого вида требуют безусловного внимания во всех регионах Нижнего Поволжья и юга России.

В заключение можно добавить, что паразитические формы взаимоотношений являются эффективными способами энергетического и информационного обмена между их компонентами и в конечном итоге ведут к уравниванию системы. Однако интенсивное сельское хозяйство без рационального и научного подхода способствует всплескам численности сорных видов и смещению равновесия в системе «паразит–хозяин», тогда как естественные сукцессионные процессы ведут к уменьшению численности паразитических растений и восстановлению экосистемного баланса.

Список литературы

1. Цвелев Н.Н. О роде заразиха (*Orobanchae L. sensu lato*, Orobanchaceae) в России. *Новости систематики высших растений*. 2015,46:189–215.
2. Архипова Е.А., Болдырев В.А., Козырева Е.А., Степанов М.В. Новые материалы по некоторым охраняемым видам бесхлорофилльных покрытосеменных растений в Саратовской области (на основании фондов гербария СГУ (SARAT)). В кн.: *Вавиловские чтения – 2017: сборник статей междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 130-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова*. Саратов: Саратовский ГАУ, 2017, с. 181–183.
3. *Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные* (под ред. Г.В. Шляхтина). Саратов: Папирус, 2021, 469 с.
4. Сибикеева Е.Ю., Борисов С.Ю., Михайлов М.А. Распространение заразихи кумской и заразихи бледноцветковой в посевах подсолнечника и среди сопутствующих сорняков в Саратовской области. *Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета*. 2014,12:48–57.
5. Серегин А.П. (ред.) *Цифровой гербарий МГУ*. Москва, 2025. URL: <https://plant.depo.msu.ru/> (дата обращения 18.11.2025).
6. Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. *Конспект флоры Саратовской области*. Саратов: Изд. центр «Наука», 2008, 232 с.
7. Маевский П.Ф. *Флора средней полосы европейской части России*. 11-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014, 635 с.
8. Ямалов С.М., Хасанова Г.Р., Лебедева М.В., Корчев В.В. О новых сеgetальных сообществах посевов подсолнечника в Оренбургской области. *Самарский научный вестник*. 2021,10(2):124–130. doi:10.17816/snv2021102119
9. Хасанова Г.Р., Ямалов С.М., Камалетдинова А.А. Инвазионные виды сеgetальных сообществ Южного и среднего Урала. *Российский журнал биологических инвазий*. 2024,17(1):133–145. doi:10.35885/1996-1499-17-1-133-145
10. Корженевский В.В., Рыфф Л.Э., Литвинюк Н.А. Анализ флоры высших сосудистых растений Казантского природного заповедника. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 2006,126:165–189.
11. Багрикова Н.А. Изучение синантропной растительности Крымского полуострова с позиций эколого-флористического подхода: состояние вопроса, классификация сообществ и перспективы исследований. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 2016,143:25–58.
12. Траутвайн С.А. Эколого-географический анализ и территориальное распространение растений-паразитов в Предкавказье. *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки*. 2024,18(1):111–116. doi:10.31161/1995-0675-2024-18-1-111-116
13. Шмаряева А.Н., Кузьменко И.П., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В., Дзигунова Ю.В. Алофитная фракция синантропной флоры Ботанического сада Южного федерального университета. *Живые и биокосные системы*. 2019,30:3.
14. Блакберн А.А., Остапко В.М. Сравнительный анализ отдельных показателей фитоценозов природных степных участков и экспериментального участка Донецкого ботанического сада «искусственные степи». *Промышленная ботаника*. 2024,24(4):23–35. doi:10.5281/zenodo.14638249
15. Симанчук Е.А., Куприянов А.Н., Султангазина Г.Ж. Конспект флоры отвалов Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений (Казахстан). *Ботанические исследования Сибири и Казахстана*. 2024,30:3–24.
16. Лисовский А.А., Дудов С.В., Оболенская Е.В. Преимущества и ограничения методов экологического моделирования ареалов. 1. Общие подходы. *Журнал общей биологии*. 2020,81(2):123–134.
17. Лисовский А.А., Дудов С.В. Преимущества и ограничения методов экологического моделирования ареалов. 2. MaxEnt. *Журнал общей биологии*. 2020,81(2):135–146.
18. Кулисева Ю.И., Кондратьева А.О., Шилова И.В., Кашин А.С. Потенциальный ареал *Calophaca wolgarica* L. и прогностическая оценка его трансформации в связи с глобальными изменениями климата. В кн.: *Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов: сборник статей Всерос. науч. конф. с междунар. участием*. М.: Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 2025, с. 105–109.

19. Пшегусов Р.Х., Чадаева В.А. Комплексный подход учета экологических факторов в моделях современного распространения и климатогенной динамики *Ambrosia artemisiifolia* L. на Кавказе. *Российский журнал биологических инвазий*. 2023,16(3):149–167. doi:10.35885/1996-1499-16-3-149-167; EDN: АВQTYH
20. Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 2006,190(3–4):231–259.
21. Phillips S.J. A brief tutorial on Maxent. *Lessons in Conservation*. 2010,3:108–135. <https://doi.org/10.5531/cbc.linc.3.1.6>
22. Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2017,37:4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
23. Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. *Аэроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения*. 2008. URL: <https://agroatlas.ru> (дата обращения 13.11.2025).
24. Антонова Т.С., Стрельников Е.А., Гучетль С.З., Челюстникова Т.А. Разнообразие форм заразики на подсолнечнике на юге России. *Защита и карантин растений*. 2014,11:45–48.
25. Gioria M., Hulme P.E., Richardson D.M., Pyšek P. Why are invasive plants successful? *Annual Review of Plant Biology*. 2023,74:635–670. doi:10.1146/annurev-arplant-070522-071021
- broomrape in sunflower crops and related weeds in the Saratov Region]. *Byulleten' Botanicheskogo sada Saratovskogo gosuniversiteta = Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University*. 2014,12:48–57. (In Russ).
5. Seregin A.P. (ed.) *Digital Herbarium of Moscow State University*: [Electronic resource]. Moscow: Moscow State University, 2025. URL: <https://plant.depo.msu.ru/> (accessed 18.11.2025).
6. Elenevsky A.G., Bulany Yu.I., Radygina V.I. *Konspekt flory Saratovskoj oblasti = Abstract of the flora of the Saratov Region*. Saratov: Publ. Center "Nauka", 2008, 232 p. (In Russ).
7. Mayevsky P.F. *Flora of the central part of European Russia*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2014, 635 p. (In Russ.).
8. Yamalov S.M., Khasanova G.R., Lebedeva M.V., Korchev V.V. New segetal communities of sunflower crops in the Orenburg Region. *Samara Journal of Science*. 2021,10(2):124–130. (In Russ). doi:10.17816/snv2021102119
9. Khasanova G.R., Yamalov S.M., Kamaletdinova A.A. Invasive species of segetal communities of the Southern and Middle Urals. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2024,17(1):133–145. (In Russ). doi:10.35885/1996-1499-17-1-133-145
10. Korzhenevsky V.V., Ryff L.E., Litvinyuk N.A. [Analysis of flora of higher vascular Plants of the Kazantip Nature Reserve]. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2006,126:165–189. (In Russ).
11. Bagrikova N.A. [Study of synanthropic vegetation of the Crimean Peninsula according to the ecological-floristic approach: state of matter, communities' classification and perspective of the research]. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2016,143:25–58. (In Russ).
12. Trautwein SA. Ecological and geographical analysis and territorial distribution of parasitic plants in the Caucasus. *Dagestan State Pedagogical University Journal. Natural and Exact Sciences*. 2024,18(1):111–116. (In Russ). doi:10.31161/1995-0675-2024-18-1-111-116
13. Shmaraeva A.N., Kuz'menko I.P., Shishlova Z.N., Fedyeva V.V., Dzigunova Yu.V. [The apophytic fraction of the synanthropic flora of the Botanical Garden of the Southern Federal University]. *Zhivye i biokosnyye sistemy = Living and biokos systems*. 2019,30:3. (In Russ).
14. Blackburn A.A., Ostapko V.M. Comparative analysis of some parameters of phytocenoses of natural steppe areas and the «Artificial Steppe» experimental area of the Donetsk Botanical Garden. *Industrial Botany*. 2024,24(4):23–35. (In Russ). doi:10.5281/zenodo.14638249

15. Simanchuk E.A., Kupriyanov A.N., Sultangazina G.J. Overview of the flora of the dumps of Sokolovsky, Sarbaysky and Kacharsky iron ore Deposits (Kazakhstan). *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazhstana = Botanical Research in Siberia and Kazakhstan*. 2024,30:3–24. (In Russ).
16. Lisovsky A.A., Dudov S.V., Obolenskaya E.V. Advantages and limitations of application of the species distribution modeling methods. 1. A general approach. *Zhurnal obshchej biologii = Journal of General Biology*. 2020,81(2):123–134. (In Russ.).
17. Lisovsky A.A., Dudov S.V. Advantages and limitations of application of the species distribution modeling methods. 2. MaxEnt. *Zhurnal obshchej biologii = Journal of General Biology*. 2020,81(2):135–146. (In Russ.).
18. Kuliseva Yu.I., Kondratieva A.O., Shilova I.V., Kashin A.S. *Calophaca wolgarica* L. potential area and the prognostic evaluation of its transformation due to the global climate changes. In: *Botanical gardens as centers of biodiversity conservation and rational use of plant resources: Collection of articles from the All-Russian Scientific Conference with international participation*. Moscow: Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, 2025, p. 105–109. (In Russ.).
19. Pshegusov R.H., Chadaeva V.A. Integrated approach to accounting environmental factors in models of the current distribution and climatic dynamics of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the Caucasus. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2023,16(3):149–167. (In Russ.). doi:10.35885/1996-1499-16-3-149-167
20. Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 2006,190(3–4):231–259.
21. Phillips S.J. A brief tutorial on Maxent. *Lessons in Conservation*. 2010,3:108–135. <https://doi.org/10.5531/cbc.linc.3.1.6>
22. Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2017,37:4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
23. Afonin A.N., Green S.P., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. *Agricultural and ecological atlas of Russia and neighboring states: agricultural plants, their pests, diseases and weeds*. 2008. URL: <http://www.agroatlas.ru> (accessed 13.11.2025).
24. Antonova T.S., Strel'nikov E.A., Guchetl' S.Z., Chelustnikova T.A. A variety of sunflower broomrape forms on sunflower in the South of Russia. *Zashhita i karantin rastenij = Plant Protection and Quarantine*. 2014,11:45–48. (In Russ.).
25. Gioria M., Hulme P.E., Richardson D.M., Pyšek P. Why are invasive plants successful? *Annual Review of Plant Biology*. 2023,74:635–670. doi:10.1146/annurev-arplant-070522-071021

Об авторах

Сотрудники кафедры «Ботаника и экология» Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия:

✉ **Сергеева Ирина Вячеславовна**, доктор биологических наук, заведующая кафедрой «Ботаника и экология», ivsergeeva@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6824-1597>

✉ **Петрова Надежда Андреевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Ботаника и экология», nasch-1@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1969-2783>

Шевченко Екатерина Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. <https://orcid.org/0000-0002-6474-5242>

Гулина Екатерина Вячеславовна, старший преподаватель. <https://orcid.org/0000-0002-2986-713X>

Пономарева Альбина Леонидовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. <https://orcid.org/0000-0001-7423-7084>

About the Authors

Employees at the Department of Botany and Ecology of the Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia:

✉ **Sergeeva, Irina V.**, Doctor of Biology, Head of the Department, ivsergeeva@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6824-1597>

✉ **Petrova, Nadezhda A.**, Cand. of Sci. in Biology, Associate Professor, nasch-1@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1969-2783>

Shevchenko, Ekaterina N., Cand. of Agricultural Sciences, Associate Professor. <https://orcid.org/0000-0002-6474-5242>

Gulina, Ekaterina V., Senior Lecturer. <https://orcid.org/0000-0002-2986-713X>

Ponomareva, Albina L., Cand. of Agricultural Sciences, Associate Professor. <https://orcid.org/0000-0001-7423-7084>

Поступила 07.12.2025

Принята к публикации 10.02.2026

Received 7 December 2025

Accepted 10 February 2026