

ЭКОЛОГИЯ

ИНОЗЕМНЫЕ ВИДЫ ЮГА РОССИЙСКОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ, ИХ БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

А.В. Егошин

Экологический образовательный и научный центр
ФГБУ «Сочинский национальный парк»
Курортный проспект, 74, Сочи, Россия, 354002

Проанализирован видовой состав иноземной флоры юга Российского Причерноморья. Установлены биоклиматические и эколого-географические требования наиболее агрессивных чужеродных видов. Большинство исследуемых иноземных видов, натурализовавшихся на юге Российского Причерноморья, исторически приурочено к биому листопадных лесов умеренного пояса. Биоклиматические условия юга Российского Причерноморья вплоть до среднегорья удовлетворяют требованиям подавляющего числа чужеродных видов, что создает предпосылки для дальнейшего распространения этих видов в ходе хозяйственного освоения территории. Проведено моделирование пространственного распределения иноземных видов, в результате которого установлено, что в будущем климатические условия на юге Российского Причерноморья станут еще более комфортными для распространения большинства представителей исследуемых чужеродных видов.

Ключевые слова: иноземные виды, чужеродные виды, адвентики инвазии, ГИС, Российское Причерноморье

Введение. Натурализация иноземных видов представляет одну из самых серьезных угроз для биоразнообразия на всех уровнях организации (генетическом, видовом, экосистемном), уступая лишь прямому уничтожению живых организмов и изменению их среды обитания [16].

Основными причинами активного распространения иноземных видов в различных регионах планеты являются их конкурентные преимущества перед аборигенными видами [4]. Многие адвентики на своей родине являются видами начальных стадий сукцессий [21]. Не последнюю роль в успешной натурализации адвентиков играет и видовое разнообразие экосистемы-акцептора [7; 10; 17]. Экосистемы, отличающиеся высоким видовым богатством, как правило, имеют высокий уровень доминирования [1; 3], что затрудняет натурализацию иноземных видов.

Подавляющее большинство авторов [12; 18; 20; 22] считают, что основным индуктором адвентизации является антропогенное воздействие на природные экосистемы. Антропогенная деятельность, приводящая к фрагментации местообитаний, способствует проникновению инородных видов в естественные экосистемы [8; 9; 14]. У «здоровой», ненарушенной экосистемы, как правило, имеются защитные механизмы, предотвращающие внедрение адвентиков [11]. Поэтому не вызывает никаких сомнений тот факт, что количество натурализовавшихся адвентивных видов коррелирует со степенью хозяйственной освоенности ландшафтов [13; 15; 23].

Успешность натурализации инородных видов во многом зависит и от разнообразия природно-климатических условий новой родины [2; 6]. В Российской Федерации наиболее разнообразными природно-климатическими условиями (рельеф, почвы, климат) обладает юг Российского Причерноморья, что способствует интенсивному развитию инвазионных процессов в условиях интенсификации антропогенной деятельности в этом регионе. В связи с этим большую актуальность приобретает установление биоклиматических и эколого-географических требований для наиболее агрессивных натурализовавшихся адвентивных видов, что позволит оценить потенциальную инвазибильность экосистем, над которыми нависла угроза вмешательства человека.

Материал и методы исследования. Полевые исследования проводили в 2012 и 2013 гг. на территории Большого Сочи, в ходе которых фиксировали географические координаты мест произрастаний особей инородных видов. Помимо этого, в процессе выполнения работ были использованы географические координаты мест произрастания особей исследуемых видов, представленные на сайте глобального информационного фонда по биоразнообразию (www.gbif.org). Для последующего анализа географические координаты мест произрастания инородных видов импортировали в среду программного комплекса ArcGIS.

В результате была составлена база данных, содержащая географические координаты около двух миллионов мест произрастаний особей исследуемых видов по всему миру. Эти данные использовали для установления биоклиматических и эколого-географических требований чужеродных видов.

Для решения этой задачи использовали биоклиматические переменные BIOCLIM, представленные набором растровых изображений (GRID) с разрешением около 1 км², каждая ячейка которых содержит информацию о различных климатических показателях (табл. 1).

Таблица 1

Биоклиматические переменные BIOCLIM

Код	Биоклиматический параметр
BIO1	Средняя годовая температура
BIO2	Средняя суточная амплитуда температуры за каждый месяц
BIO3	Изотермичность (BIO1/BIO7) * 100
BIO4	Стандартное отклонение температур
BIO5	Максимальная температура самого теплого месяца года
BIO6	Минимальная температура самого холодного месяца года
BIO7	Годовая амплитуда температуры (BIO5-BIO6)
BIO8	Средняя температура самой влажной четверти года

Окончание табл. 1

Код	Биоклиматический параметр
ВЮ9	Средняя температура самой сухой четверти года
ВЮ10	Средняя температура самой теплой четверти года
ВЮ11	Средняя температура самой холодной четверти года
ВЮ12	Годовая сумма осадков
ВЮ13	Сумма осадков в самом влажном месяце года
ВЮ14	Сумма осадков в самом сухом месяце года
ВЮ15	Коэффициент вариации осадков
ВЮ16	Сумма осадков во влажной четверти года
ВЮ17	Сумма осадков в сухой четверти года
ВЮ18	Сумма осадков в самой теплой четверти года
ВЮ19	Сумма осадков в самой холодной четверти года

Растровые слои с биоклиматическими переменными дополнили слоями, содержащими другую эколого-географическую информацию (табл. 2).

Таблица 2

Эколого-географические переменные

Код	Эколого-географический параметр
w	Влажность почвы, мм/м
h	Глубина снежного покрова, м
c	Содержание органического углерода, кг/м ²
alt	Высота над уровнем моря, м
slope	Уклон, градусы
built	Застроенность территории, %/км ²
ppr	Чистая первичная продуктивность, (кг-С/м ² /год)
gdd	Сумма температур вегетационного периода
veg	Принадлежность к биому (1 — тропические вечнозеленые леса; 2 — тропические листопадные леса; 3 — широколиственные вечнозеленые леса умеренного пояса; 4 — хвойные вечнозеленые леса умеренного пояса; 5 — листопадные леса умеренного пояса; 6 — бореальные вечнозеленые леса; 7 — бореальные листопадные леса; 8 — вечнозеленые/листопадные смешанные леса; 9 — саванны; 10 — луга и степи; 11 — местность, покрытая плотной древесно-кустарниковой растительностью; 12 — местность, покрытая разреженной древесно-кустарниковой растительностью; 13 — тундра; 14 — полярные пустыни и скалы)

Далее производили прогностическое моделирование с использованием программы MaxEnt с последующей дискретной классификацией раstra. Для этого в качестве порогового значения использовали 10-й процентиль. Значения ниже 10-го перцентиля считали как не удовлетворяющие экологическим требованиям вида.

Для оценки влияния климатических изменений на пространственное распределение адвентивных видов в будущем (2050 и 2070 гг.) также использовали растровые слои BIOCLIM, рассчитанные с использованием климатической модели CCSM4 для четырех репрезентативных траекторий концентраций (RCP), которые были разработаны Межправительственной группой по изменению климата (IPCC). RCP являются сценариями климатических состояний, характеризующими величину антропогенно обусловленного радиационного воздействия, достигаемого к 2100 г. по сравнению с 1750 г. (2,6; 4,5; 6,0 и 8,5 Вт/м²). Согласно этим сценариям вероятные оценки увеличения глобальной температуры к концу 2100 г.

составят: 0,2—1,8 °C (RCP 2,6); 1,0—2,6 °C (RCP 4,5); 1,3—3,2 °C (RCP 6,0); 2,6—4,8 °C (RCP 8,5) [5].

Кроме того, с помощью инструментария ArcGIS извлекали из растровых слоев значения эколого-географических и биоклиматических переменных в каждой точке произрастания особей изучаемых видов.

Полученные данные использовали для вычисления минимальных, максимальных средних и медианных значений, а также изменчивости биоклиматических и эколого-географических характеристик мест произрастания особей адвентивных видов. Кластерный анализ проводили с использованием методов Варда и К-средних.

Результаты и их обсуждение. На основании проведенных полевых обследований все инородные виды юга Российского Причерноморья были разделены на 5 классов инвазионной валентности: 1 класс — виды, не образующие самоподдерживающихся популяций, которые без постоянного притока генетического материала, как правило, быстро угасают; 2 — виды, формирующие популяции, которые обладают способностью к само поддержанию в течение определенного периода времени, не внедряясь в природные экосистемы; 3 — виды, распространяющиеся в антропогенно нарушенных экосистемах (линии электропередач, обочины дорог и т.д.), 4 — виды, распространяющиеся в естественно нарушенных природных экосистемах (вывалы деревьев, берега горных рек). К видам 5 класса инвазионной валентности отнесли виды, способные внедряться в ненарушенные природные экосистемы.

Анализ флоры показал, что общее количество адвентивных видов на юге Российского Причерноморья, принадлежащих к 2—5 классам инвазионной валентности, составляет 283. Эти виды принадлежат к 68 семействам. Наиболее многочисленны инородные виды семейства *Poaceae* (47 видов) и *Asteraceae* (39 видов). По биоморфологической структуре большинство вселенцев можно отнести к терофитам (150 видов). Самой распространенной гигроморфой являются мезофиты (151 вид), по способу распространения наиболее многочисленны автохоры (165 видов).

Родиной большинства инородных видов, натурализовавшихся на юге Российского Причерноморья, являются Северная и Центральная Америка (88 видов), а также Юго-Восточная Азия и Япония (74 вида).

По способу заноса на долю ксенофитов приходится 150 видов, эргазиофитов — 108, ксенооргазиофитов — 30 видов, по времени заноса 208 видов являются неофитами и только 80 археофитами.

Прогностическое моделирование с использованием программы MaxEnt показало, что биоклиматические условия юга Российского Причерноморья, вплоть до среднегорья, удовлетворяют требованиям подавляющего большинства инородных видов, принадлежащих к 3—5 классам инвазионной валентности. На рисунке 1 представлены результаты моделирования и дискретной классификации раstra, иллюстрирующие пригодность биоклиматических условий юга Российского Причерноморья для произрастания Айланта высочайшего (*Ailanthus altissima*).

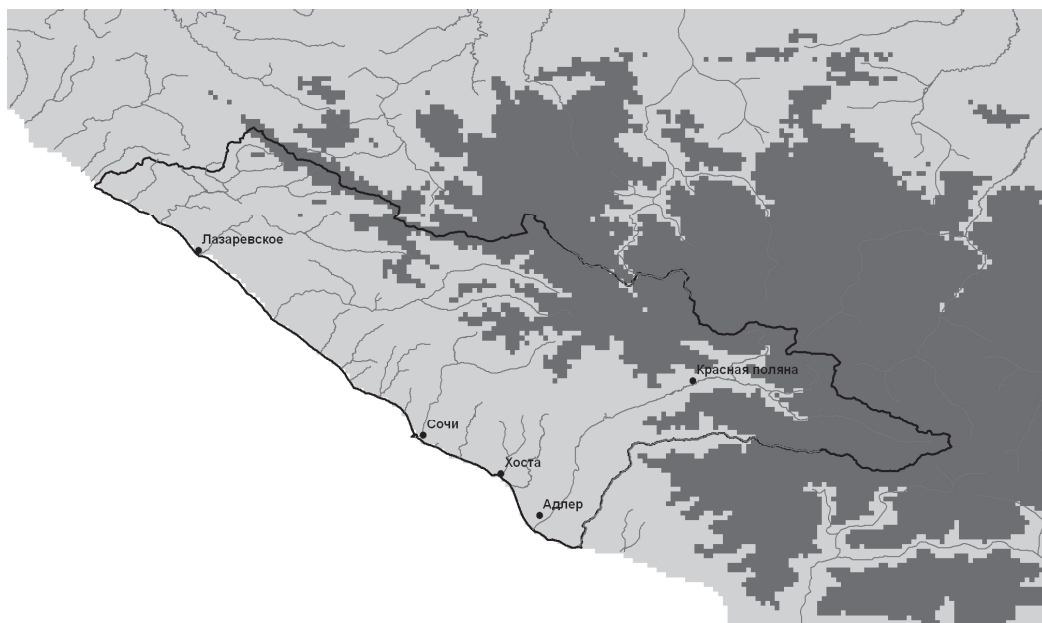


Рис. 1. Результаты прогностического моделирования и дискретной классификации раstra, иллюстрирующего пригодность биоклиматических условий для произрастаний Айланта высочайшего. Темно-серым цветом изображена пригодная среда обитания, светло-серым — непригодная, черная линия — административная граница Большого Сочи

По данным рис. 1 биоклиматические условия на 68% (2383,6 км²) территории Большого Сочи удовлетворяют биологическим требованиям Айланта высочайшего, и только на 32% (1119,7 км²) территории Большого Сочи произрастание этого адвентивного вида невозможно.

К середине XXI в. климатические условия на юге Российского Причерноморья станут еще более благоприятными для распространения большинства адвентивных видов (за исключением экстремального сценария RCP 8,5). Так, для айланта по наиболее вероятному сценарию RCP 4,5 территория пригодная для произрастания к 2050 г. увеличится до 2836,5 км², а к 2070 г. — до 2948,5 км². При самом пессимистичном сценарии — RCP 8,5 площадь территории пригодной для произрастания *Ailanthus altissima* будет несколько ниже — 2750,9 км² в 2050 и 2316,2 км² в 2070 г.

Усредненные биоклиматические и эколого-географические переменные, характеризующие места произрастания некоторых наиболее агрессивных адвентивных видов, приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Медианные значения биоклиматических переменных для некоторых инвазивных видов

Вид	Биоклиматические переменные													
	bio1	bio5	bio6	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio16	bio17	bio18	bio19
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	16,8	27,9	4,1	21,4	12,8	22,2	10,9	902	120	41	332	140	283	186
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	21,4	31,2	11,6	23,6	20,2	25,0	17,3	1300	212	30	549	111	368	169
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	9,8	23,9	-1,1	16,0	5,6	17,5	2,5	753	80	45	222	147	208	173

Вид	Биоклиматические переменные													
	bio1	bio5	bio6	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio16	bio17	bio18	bio19
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	10,1	23,3	-0,4	15,2	6,2	17,2	2,9	737	74	47	213	151	199	180
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	9,8	22,8	-1,2	15,5	5,6	16,9	2,4	714	75	44	214	142	199	165
<i>Phytolacca americana</i> L.	11,6	27,2	0,2	16,4	7,2	20,4	3,7	794	106	45	296	144	213	177
<i>Duchesnea indica</i> Focke	11,0	24,3	0,4	11,6	6,9	18,2	3,7	755	74	46	216	146	198	165
<i>Conyza canadensis</i> Cronqist	9,9	21,9	-0,1	11,0	6,0	16,7	3,2	740	75	45	215	147	198	179
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) Blake	9,9	22,0	-0,4	11,5	5,9	16,7	2,9	763	75	47	217	153	202	181
<i>Phalacrolooma annuum</i> L.	9,9	23,8	-1,5	16,6	5,5	17,5	2,0	746	77	47	216	150	211	173
<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	9,6	22,8	-2,7	15,5	4,0	17,0	1,7	931	103	47	290	155	241	180
<i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	12,1	28,5	-4,6	12,7	8,0	21,3	2,6	1359	136	84	376	277	351	310
<i>Commelina communis</i> L.	12,7	29,7	-5,2	22,5	2,7	23,7	1,4	1366	233	35	599	119	588	130
<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.	15,6	31,7	-0,3	24,2	11,2	25,0	5,7	1372	173	71	484	242	465	282
<i>Acalypha australis</i> L.	15,3	30,3	0,2	22,5	6,0	24,7	5,9	1563	217	52	581	173	562	174
<i>Trachycarpus fortunei</i> H.Wendl	14,9	30,2	0,2	22,0	5,9	24,5	5,9	1508	201	52	534	172	491	176
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	11,6	28,6	-3,7	15,4	7,2	21,2	2,8	1049	109	67	306	215	288	228
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	12,4	31,0	-4,8	19,2	1,9	23,0	0,9	715	106	28	289	96	259	120
<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	11,6	28,6	-3,7	15,4	7,2	21,2	2,8	1049	109	67	306	215	288	228

Из приведенных в табл. 3 видов наиболее теплолюбивым видом является *Eleusine indica* (L.) Gaertn., который легко переносит недостаток осадков в сухое время года. Самыми холодостойкими из наиболее агрессивных чужеродных видов юга Российского Причерноморья являются *Commelina communis* L. и *Amorpha fruticosa* L. Последняя, как и *Eleusine indica* (L.) Gaertn., является самым засухоустойчивым адвентиком.

По данным табл. 4 большинство инородных видов, натурализовавшихся на юге Российского Причерноморья, исторически приурочено к биому листопадных лесов умеренного пояса.

Таблица 4

Медианные значения эколого-географических переменных для некоторых инвазивных видов

Вид	Эколого-географические переменные										
	w	H	c	pH	alt	slope	built	veg	npp	gdd	
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	88,8	0,0	6,0	6,2	135	0,9	0	9	0,8	4423	
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	94,6	0,0	6,2	6,2	168	0,8	0	8	0,7	5660	
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	97,7	0,4	6,5	6,0	88	0,5	4	5	0,7	1784	
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	94,9	0,3	5,9	6,0	94	0,5	4	5	0,7	1805	
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	92,6	0,4	6,3	6,0	90	0,5	3	5	0,7	1772	

Вид	Эколого-географические переменные									
	w	H	c	pH	alt	slope	built	veg	npp	gdd
<i>Phytolacca americana</i> L.	91,7	0,1	6,3	6,0	115	0,6	4	5	0,7	2283
<i>Duchesnea indica</i> Focke	94,6	0,1	5,7	6,0	78	0,7	14	5	0,7	2158
<i>Conyza canadensis</i> Cronqist	93,4	0,3	6,0	6,0	47	0,3	5	5	0,7	1755
<i>Galinsoga ciliata</i> Blake	99,2	0,3	6,3	6,0	42	0,3	7	5	0,7	1755
<i>Phalacrolooma annuum</i> L.	98,9	0,6	6,2	6,1	174	0,6	2	5	0,7	1853
<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	105,9	0,8	6,7	6,0	90	0,7	5	5	0,7	1770
<i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	124,8	1,3	4,8	5,3	648	1,8	0	8	0,8	2467
<i>Commelina communis</i> L.	135,3	0,5	5,4	6,1	123	1,3	5	8	0,8	2731
<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.	113,0	0,0	5,3	5,3	108	0,6	5	4	0,7	3493
<i>Acalypha australis</i> L.	135,6	0,0	7,9	6,0	73	0,9	8	8	0,8	3191
<i>Trachycarpus fortunei</i> H. Wendl	135,3	0,0	8,9	6,0	57	0,9	10	8	0,8	3012
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	107,3	0,8	5,3	5,5	201	0,9	4	5	0,7	2427
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	79,5	1,4	6,1	6,5	338	0,7	1	9	0,6	2894
<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	107,3	0,8	5,3	5,5	201	0,9	4	5	0,7	2427

Из рассматриваемых иноземных видов наименее чувствительна к влажности почвы Аморфа кустарниковая (*Amorpha fruticosa* L.), наиболее чувствительна Акалифа южная (*Acalypha australis* L.). *Acalypha australis* L, как и *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H. Wendl, приурочена к почвам, богатым органикой.

Кластерный анализ, проведенный по методу Варда, позволил выделить четыре кластера адвентивных видов.

Первый кластер представлен преимущественно адвентивными видами Северной Америки и Восточной Азии, принадлежащим к семействам *Poaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae* (*Ambrosia trifida* L., *Paspalum setaceum* Michx., *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi и др.). Второй кластер образуют в основном чужеродные виды, родиной которых является Северная Америка и Европа. Виды этого кластера представлены большей частью семействами *Asteraceae*, *Brassicaceae* и *Poaceae* (*Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Solidago canadensis* L., *Solidago gigantea* Aiton, *Bunias orientalis* L. и др.). Третий кластер объединяет иноземные виды, прибывшие из Азии и Южной Америки. Эти виды в основном принадлежат к семействам *Poaceae* и *Asteraceae* (*Conyzanthus graminifolius* (Sprengel) Tamamsch., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Digitaria violascens* Link. и др.). Четвертый кластер представлен преимущественно адвентивными видами Северной Америки и Средиземноморья, принадлежащим к семействам *Poaceae*, *Asteraceae* и *Cyperaceae* (*Sorghum halepense* (L.) Pers., *Cyperus esculentus* L. *Conyza bonariensis* (L.) Cronqist).

Результаты кластеризации, проведенной методом К-средних, приведены на графике средних (рис. 2).

По данным рис. 2 видно, что адвентивные виды кластера 2 приурочены к более богатым почвам. Эти виды способны выносить высокие годовые амплитуды температур, а также низкие температуры в самый холодный месяц года.

Адвентивные виды, принадлежащие к кластеру 2, произрастают преимущественно на равнинных территориях, на небольших высотах над уровнем моря. Кроме того, для мест произрастания особей видов этого кластера характерна наименьшая по сравнению с другими кластерами видов средняя годовая температу-

ра, средняя температура самой холодной четверти года, средняя суточная амплитуда, а также наименьшая сумма температур вегетационного периода и коэффициент вариации осадков.

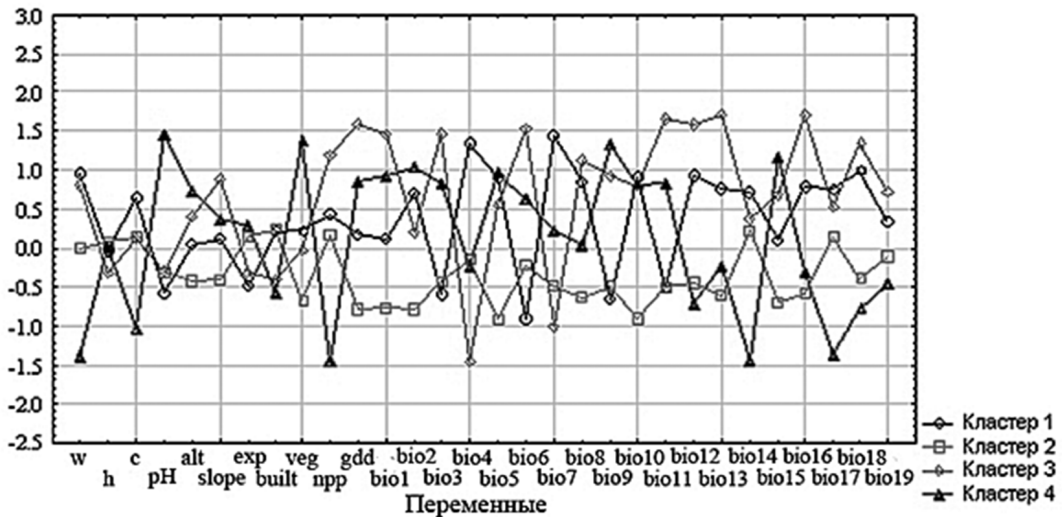


Рис. 2. Результаты кластеризации биоклиматических и эколого-географических переменных методом K-средних

Иноземные виды третьего кластера зачастую приурочены к территориям со сложным рельефом, для которых характерна относительно высокая средняя годовая температура. Места произрастания видов этого кластера также характеризуются высокой температурой как самого холодного месяца и четверти года, так и всего вегетационного периода, а также самой низкой годовой амплитудой температуры и наибольшей годовой суммой осадков. Экосистемы, в которые внедряются иноземные виды третьего кластера, как правило, имеют высокую чистую продуктивность.

Адвентики четвертого кластера устойчивы к недостатку осадков в засушливый период времени года. Они приурочены к почвам, имеющим наименьшую влажность и плодородность. Для экосистем-акцепторов инвазивных видов этой группы характерна низкая первичная продуктивность.

Заключение. В ходе проведенных исследований было установлено, что общее количество адвентивных видов, способных внедряться в ненарушенные и слабо-нарушенные экосистемы Северо-Западного Кавказа составляет 283. Родиной большинства этих видов является Северная и Центральная Америка (88 видов), а также Юго-Восточная Азия и Япония (74 вида). Эти виды характеризуются разнообразными биоклиматическими и эколого-географическими требованиями. Тем не менее большинство чужеродных видов исторически приурочено к биому листопадных лесов умеренного пояса.

Все адвентики могут быть разделены на четыре кластера, каждый из которых отличается особенностями биоклиматических и эколого-географических параметров.

Биоклиматические условия юга Российского Причерноморья, вплоть до среднегорья (до 600 м), удовлетворяют требованиям подавляющего большинства рассматриваемых адвентивных видов. В будущем территория благоприятная для произрастания большинства адвентиков, за исключением самого экстремального сценария климатических изменений, будет только лишь увеличиваться. В перспективе также следует ожидать увеличения видового пула адвентивных видов на юге Российского Причерноморья.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Акатов В.В., Акатова Т.В., Шадже А.Е.* Видовое богатство древесного и кустарникового ярусов прирусловых лесов Западного Кавказа с доминированием иноземных видов // *Экология*. 2012. № 4. С. 276—283.
- [2] *Антонова Л.А.* Инвазионный компонент флоры Хабаровского края // *Российский журнал биологических инвазий*. 2012. № 4. С. 2—9.
- [3] *Василевич В.И.* Доминанты в растительном покрове // *Бот. журн.* 1991. Т. 76. № 12. С. 1674—1681.
- [4] *Виноградова Ю.К.* Экспериментальное изучение растительных инвазий (на примере рода *Bisens* // *Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ*. М.: Ботанический сад МГУ. 2003. С. 31—33.
- [5] Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014.
- [6] *Егошин А.В.* Моделирование пространственного распределения видов на территориях ООПТ Западного Кавказа с использованием геоинформационных систем // *Биоразнообразие государственного природного заповедника «Утриш»*. Научные труды, 2013. Т. 1. С. 35—43.
- [7] *Elton C.S.* The ecology of invasions by animals and plants. Methuen. London. 1958.
- [8] *Forman R.T., Deblinger R.D.* The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway // *Conservation Biology*. 2000. № 14. P. 36—46.
- [9] *Gelbard J.L., Belnap J.* Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape // *Conservation Biology*. 2003. № 17. P. 420—432.
- [10] *Goodman D.* Theory of diversity—stability relationships in ecology // *Quarterly Review of Biology*. 1975. № 50. P. 237—266.
- [11] *Green P.T., Lake P.S., O’Dowd D.J.* Resistance of island rainforest to invasion by alien plants: influence of microhabitat and herbivory on seedling performance // *Biological Invasions*. 2004. № 6. P. 1—9.
- [12] *Hobbs R.J., Huenneke L.F.* Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation // *Conservation Biology*. 1992. № 6. P. 324—337.
- [13] *Holway D.A.* Distribution of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in northern California // *Conservation Biology*. 1995. № 9. P. 1634—1637.
- [14] *Jesson L.D., Kelly, Sparrow A.* 2000. The importance of dispersal, disturbance, and competition for exotic plant invasions in Arthur’s Pass National Park, New Zealand // *New Zealand Journal of Botany*. 2000. № 38. P. 451—468.
- [15] *Kennard D.K., Gould K., Putz F.E., Fredericksen T.S., Morales F.* Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest // *Forest Ecology and Management*. 2002. № 162. P. 197—208.
- [16] *Llewellyn C., Foxcroft, Petr Pysek, David M.* Richardson Plant invasions in protected areas patterns, problems and challenges. Springer Science, 2013.
- [17] *May R.M.* Will a large complex system be stable // *Nature*. 1972. № 238. P. 413—414.
- [18] *Parker I.M., Mertens S.K., Schemske D.W.* Distribution of 7 native and 2 exotic plants in a tallgrass prairie in southeastern Wisconsin: the importance of human disturbance. *American Midland Naturalist*. 1993. № 130. P. 43—55.

- [19] Pimm S.L. Structure of food webs // *Theoretical Population Biology*. 1979. № 16. P. 144—158.
- [20] Rejmanek M. A theory of seed plant invasiveness: the first sketch // *Biological Conservation*. 1996. № 78. P. 171—181.
- [21] Rejmanek M., Richardson D.M., Pysek P. Plant invasions and invisibility of plant communities // *Vegetation ecology* / Eds. van der Maarel. Oxford: Blackwell, 2005. P. 332—355.
- [22] Simberloff D. Invasion biology. Critique of a pseudoscience // *Ecological Economics*. 2004. № 48. P. 360—362.
- [23] Vila M., Pujadas J. 2001. Land-use and socio-economic correlates of plant invasions in European and North African countries // *Biological Conservation*. 2001. № 100. P. 397—401.

ALIEN SPECIES OF THE RUSSIAN BLACK SEA COAST, AND THEIR BIOCLIMATIC ECOGEOGRAPHICAL REQUIREMENTS

A.V. Egoshin

Environmental Education and Research Center FGBI “Sochi National Park”
Kurortniy prospect, 74, Sochi, Russia, 354002

Results of the analysis of the species composition of invasive flora of the Russian Black Sea coast presented. Bioclimatic and ecological and geographical requirements for the most aggressive invasive species are given. Most subjects of invasive species naturalized in the south of the Russian Black Sea coast, historically confined to the biome deciduous temperate forests. Bioclimatic conditions of the south of the Russian Black Sea coast are suitable for the majority of alien species that creates the preconditions for the further spread of these species in the course of human development of the territory. As a result of climate change conditions in the south of the Russian Black Sea will become even more comfortable for the spread of invasive species.

Key words: adventitious species, invasion, Russian Black Sea coast, GIS

REFERENCES

- [1] Akatov V.V., Akatova T.V., Shadzhe A.E. Vidovoe bogatstvo drevesnogo i kustarnikovogo jarusov priruslovyh lesov Zapadnogo Kavkaza s dominirovaniem inozemnyh vidov [Species richness of tree and shrub tiers riverine forests of the Western Caucasus to the dominance of foreign species]. *Jekologija [Ecology]*. 2012. № 4. pp. 276—283.
- [2] Antonova L.A. Invazionnyj komponent flory Habarovskogo kraja. [Invasive component of the flora of the Khabarovsk Territory]. *Rossijskij Zhurnal Biologicheskikh Invazij [Russian Journal of Biological Invasions]*. 2012. № 4. pp. 2—9.
- [3] Vasilevich V.I. Dominanty v rastitel'nom pokrove. [Dominant in the vegetation]. *Bot. zhurn [Botanical journal]*. 1991. T. 76. № 12. pp. 1674—1681.
- [4] Vinogradova Ju.K. Jeksperimental'noe izuchenie rastitel'nyh invazij (na primere roda *Bisens*) [Experimental study of plant invasions]. *Problemy izuchenija adventivnoj i sinantropnoj flory v regionah SNG. [Problems of studying and adventive synanthropic flora in the CIS]*. M.: Botanicheskij sad MGU. [M.: Botanical Garden of Moscow State University], 2003. pp. 31—33.
- [5] Vtoroj ocenochnyj doklad Rosgidrometa ob izmenenijah klimata i ih posledstvijah na territorii Rossijskoj Federacii. [Second Assessment Report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation]. M.: Rosgidromet. [Rosgidromet], 2014.

- [6] Egoshin A.V. Modelirovanie prostranstvennogo raspredelenija vidov na territorijah OOPT Zapadnogo Kavkaza s ispol'zovaniem geoinformacionnyh sistem [Modeling the spatial distribution of species in PAs Western Caucasus using geographic information systems]. Bioraznoobrazie gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Utrish». Nauchnye Trudy [Biodiversity State Nature Reserve «Utrish». Scientific works 2013]. 2013. Tom 1. pp. 35—43.
- [7] Elton C.S. The ecology of invasions by animals and plants. Methuen. London. 1958.
- [8] Forman R.T., Deblinger R.D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway // *Conservation Biology*. 2000. № 14. P 36—46.
- [9] Gelbard J.L., Belnap J. Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape // *Conservation Biology*. 2003. № 17. P. 420—432.
- [10] Goodman D. Theory of diversity—stability relationships in ecology // *Quarterly Review of Biology*. 1975. № 50. P. 237—266.
- [11] Green P.T., Lake P.S., O'Dowd D.J. Resistance of island rainforest to invasion by alien plants: influence of microhabitat and herbivory on seedling performance // *Biological Invasions*. 2004. № 6. P. 1—9.
- [12] Hobbs R.J., Huenneke L.F. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation // *Conservation Biology*. 1992. № 6. P. 324—337.
- [13] Holway D.A. Distribution of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in northern California // *Conservation Biology*. 1995. № 9. P. 1634—1637.
- [14] Jesson L.D. Kelly, Sparrow A. 2000. The importance of dispersal, disturbance, and competition for exotic plant invasions in Arthur's Pass National Park, New Zealand // *New Zealand Journal of Botany*. 2000. № 38. P. 451—468.
- [15] Kennard D.K., Gould K., Putz F.E., Fredericksen T.S., Morales F. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest // *Forest Ecology and Management*. 2002. № 162. P. 197—208.
- [16] Llewellyn C. Foxcroft, Petr Pysek, David M. Richardson Plant invasions in protected areas patterns, problems and challenges. Springer Science, 2013.
- [17] May R.M. Will a large complex system be stable // *Nature*. 1972. № 238. P. 413—414.
- [18] Parker I.M., Mertens S.K., Schemske D.W. Distribution of 7 native and 2 exotic plants in a tallgrass prairie in southeastern Wisconsin: the importance of human disturbance. *American Midland* // *Naturalist*. 1993. № 130. P. 43—55.
- [19] Pimm S.L. Structure of food webs // *Theoretical Population Biology*. 1979. № 16. P. 144—158.
- [20] Rejmanek M. A theory of seed plant invasiveness: the first sketch // *Biological Conservation*. 1996. № 78. P. 171—181.
- [21] Rejmanek M., Richardson D.M., Pysek P. Plant invasions and invisibility of plant communities // *Vegetation ecology* / Eds. van der Maarel. Oxford: Blackwell. 2005. P. 332—355.
- [22] Simberloff D. Invasion biology. Critique of a pseudoscience // *Ecological Economics*. 2004. № 48. P. 360—362.
- [23] Vila M., Pujadas J. 2001. Land-use and socio-economic correlates of plant invasions in European and North African countries // *Biological Conservation*. 2001. № 100. P. 397—401.