

ОРИГИНАЛЬНЫЕ  
СТАТЬИ

УДК 574.24(470.62)

**ИЗМЕНЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
АКАЦИИ БЕЛОЙ И КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО  
В ДОЛИНЕ реки БЕЛАЯ (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)**

© 2014 г. В. В. Акатов<sup>1</sup>, Т. В. Акатова<sup>2</sup>, Е. А. Грабенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Майкопский государственный технологический университет  
385000 Майкоп, ул. Первомайская, 191

<sup>2</sup>Кавказский государственный природный биосферный заповедник  
385000 Майкоп, ул. Советская, 187

E-mail: akatovmgti@mail.ru

Поступила в редакцию 27.04.2012 г.

Путем изучения состояния популяций двух адвентивных видов деревьев (*Robinia pseudoacacia* L. и *Acer negundo* L.) на разных участках высотного градиента (70–700 м над ур. моря) оценены тенденции изменения верхних пределов их распространения в долине р. Белая (Западный Кавказ). В качестве анализируемых параметров использованы жизненность и возраст деревьев, диаметр стволов и радиальный годовой прирост. Результаты показали, что верхние границы этих видов в долине р. Белая не являются климатически обусловленными и остаются стабильными в течение последних десятилетий (возраст некоторых деревьев обоих видов на этих пределах достигает более 70 лет); около 85% изученных особей *Robinia pseudoacacia* и 95% особей *Acer negundo* имеет возраст менее 20 лет. Сделано предположение, что резкий рост численности популяций этих видов в долине р. Белая с конца XX в. может быть связан, в том числе, с изменением климата в регионе.

*Возрастная структура, диаметр ствола, жизненность, годовой радиальный прирост, популяция, верхняя граница, адвентивные виды, Robinia pseudoacacia, Acer negundo, изменение климата, Западный Кавказ.*

Имеется много фактов, свидетельствующих об ускорении процесса распространения чужеродных видов организмов, в том числе и деревьев, по территории России в последние десятилетия [5, 6, 36, 52, 57, 58]. Это может быть связано с разными причинами. Так, значительная часть таких видов относительно недавно проникла в новые для них районы, адаптировалась к их условиям и поэтому расширяет “вторичные” ареалы, приближаясь к климатически обусловленным рубежам [10, 57]. Во многом этому способствует все более значительное нарушение природных ландшафтов и водных экосистем [10, 44, 46, 54, 55], а также изменения в системе земле- и лесопользования [6, 58]. В последние годы быстрое распространение чужеродных растений и животных все чаще связывают с потеплением климата [5, 10, 30, 45, 51]. В частности, учитывая повышенную способность чужеродных видов растений распространяться по фрагментированным ландшафтам [57], можно ожидать, что скорость климатогенных изменений

их ареалов будет более высокой, чем у аборигенных видов.

Направление и скорость изменения границ ареалов чужеродных организмов в основном оцениваются прямыми методами, то есть путем непосредственных долговременных наблюдений за распространением видов, анализа публикаций за разные годы и коллекционных образцов [10, 52]. К сожалению, из-за отсутствия исторических материалов этот подход не всегда реализуем [52]. В таких ситуациях при изучении динамики границ распространения чужеродных видов деревьев можно использовать косвенные методы, предполагающие анализ состояния их популяций на разных участках ареала. В настоящее время этот подход широко применяется для оценки реакции древесных растений на глобальное потепление климата, однако в подавляющем большинстве случаев объектом изучения становились аборигенные виды [14, 39–41, 47, 48, 50, 51, 53, 60].

**Таблица 1.** Отклонения средней годовой температуры воздуха и суммы атмосферных осадков от средних многолетних значений по пятилетиям

Период	Температура, °С	Осадки, мм	Период	Температура, °С	Осадки, мм
1935–1940	0.25	–21.71	1976–1980	–0.27	5.97
1941–1945	–0.64	–76.67	1981–1985	–0.05	–0.67
1946–1950	–0.35	–63.19	1986–1990	–0.01	12.73
1951–1955	0.03	72.97	1991–1995	–0.36	104.47
1956–1960	–0.06	–20.51	1996–2000	0.41	59.37
1961–1965	0.09	–62.23	2001–2005	0.34	27.49
1966–1970	0.49	18.01	2006–2009	0.20	24.50
1971–1975	–0.05	22.49			

Признаки потепления климата выявлены и на Западном Кавказе. Так, по данным метеостанций, по крайней мере в последние два десятилетия (с начала 90-х годов прошлого века) на разных высотах обоих макросклонов Западного Кавказа наблюдалось повышение средней годовой температуры [20, 22, 26, 29, 31, 42], рост количества осадков, преимущественно в высокогорной зоне, и увеличение высоты снежного покрова [22, 28, 29, 34, 42]. Климатические изменения вызвали небольшой (на 5–7 м по склону за последние 30 лет) подъем верхней границы леса и более существенное (на некоторых горных массивах) повышение верхнего рубежа ряда аборигенных видов деревьев (*Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Ulmus glabra* Hudson) [1, 2]. При этом характер динамики верхнего предела распространения адвентивных деревьев остается неизвестным.

Целью настоящего исследования явилась оценка современного состояния популяций двух чужеродных видов деревьев – *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* – в прирусловых лесах р. Белая (Западный Кавказ) и на этой основе определение климатической обусловленности и тенденций изменения верхних пределов их распространения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор фактического материала осуществляли в прирусловых (расположенных на отмелях, террасах и прирусловых склонах) лесах р. Белая от аула Бжедугхабль до поселка Гузерипль (70–700 м над ур. моря, длина профиля по прямой – 102 км). В пределах этого района годовая сумма осадков на высоте 70 м над ур. моря составляет 650 мм, на 700 м над ур. моря – 1150 мм; средняя температура июля на этих высотах – 22 и 18 °С, января – –1 и –2 °С, соответственно [7, 23]. В средней части района исследований по данным метеостанции “Шунтук” (320 м над ур. моря) средняя годовая сумма осадков (за период 1935–2009 гг.) состави-

ла 830 мм, средняя годовая температура – 10.5 °С, средняя температура января –1.1 °С, июля 21.6 °С. В табл. 1 показаны отклонения средней годовой температуры воздуха и суммы атмосферных осадков от средних многолетних по пятилетиям. Из нее следует, что наиболее теплыми с 1935 г. и по настоящее время были 1935–1940, 1966–1970, 1996–2009 гг. Осадков выше среднего выпадало в 1951–1955, 1971–1980 и 1986–2009 гг.

В интервале высот от 70 до 400 м над ур. моря древесный ярус прирусловых лесов р. Белой сформирован преимущественно *Populus nigra* L., *P. alba* L., *Salix alba* L., *Alnus incana* (L.) Moench, *Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L.; затем до высоты 600–660 м участие в древостоях *Salix alba* существенно снижается, участие *Populus nigra* и *P. alba* постепенно падает до нуля, при этом возрастает роль *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, *Fagus orientalis* Lipsky, *Carpinus betulus* L., *Quercus petraea* L., *Ulmus glabra* Hudson. Выше 660 м прирусловые леса р. Белой представлены преимущественно буково-пихтовыми сообществами (доминирующие виды – *Abies nordmanniana* (Steven) Spach и *Fagus orientalis*) с участием в древесном ярусе *Carpinus betulus*, *Acer platanoides* L., *A. campestre*, *Alnus glutinosa* и др. Информация о составе и структуре лесных сообществ района исследований имеется в работах А.Я. Орлова [32, 33], И.А. Грудзинской [16], К.Ю. Голгофской [11, 12], А.А. Французова [38].

Всего в прирусловых лесах р. Белой выявлено шесть адвентивных видов деревьев (*Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia triacanthos* L., *Acer negundo*, *Morus alba* L., *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle, *Juglans regia* L., *J. nigra* L.), из которых только *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* распространены широко и на некоторых участках достигают высокой плотности особей.

*Robinia pseudoacacia* предпочитает влажный климат с жарким летом и теплой зимой (биокли-

матические зоны умеренного и теплоумеренного типов) [35]. Вид требователен к свету, но в первые 6–8 лет способен выдерживать затенение [43]. Наибольшее число семян производит в возрасте от 15 до 40 лет. Обильно дает корневые отпрыски, посредством которых быстро расширяет занимаемую территорию [37, 49]. Этот вид избегает густых древостоев, если только сам не доминирует. Робиния способна оказывать значительное влияние на среду обитания, снижая влажность почв, но обогащая их азотом и кальцием [10, 43].

Природный ареал *Robinia pseudoacacia* охватывает восточную часть Северной Америки, в центре которой расположены Аппалачи: от Пенсильвании на севере до севера штатов Алабама и Джорджия на юге, а также часть штатов Миссури, Арканзас, Оклахома, Иллинойс и Индиана. Северная граница соответствует 41° с.ш., она характеризуется средней температурой января 1.7 °С, июля – 21 °С, среднегодовым количеством осадков 1000–1500 мм. Внутри природного ареала в горах Аппалачи робиния поднимается до высоты 1000–1100 м над ур. моря, а по некоторым данным – до 1500 м. Вид натурализуется до широты г. Квебека (46° с.ш., средняя температура января – –16 °С, июля 16 °С, количество осадков – 1000–2000 мм) [10, 43].

В Европу (во Францию) робиния попала в 1601 г., благодаря искусственному разведению и саморасселению очень широко распространилась и в долинах рек часто образует пионерные леса [10, 43, 54, 56]. Произрастает в различных местообитаниях, однако преимущественно на небольшой высоте. В европейской части России инвазионные популяции этого вида были обнаружены вплоть до Санкт-Петербурга (60° с.ш.), но в основном робиния распространена южнее линии Гомель–Курск–Воронеж–Саратов (примерно 52° с.ш.) [18]. В Предкавказье робиния попала, скорее всего, в середине XIX в. в связи с проведением мероприятий по созданию защитных лесополос и декоративных насаждений [17], однако вплоть до 60-х годов прошлого века в природные и полуприродные леса, по-видимому, не проникала [15, 25]. В настоящее время, по нашим данным, *Robinia pseudoacacia* произрастает в большинстве районов Западного Кавказа и активно внедряется в лесные фитоценозы, преимущественно прирусловые. В лесах долины р. Белая этот вид достигает высокой численности и нередко доминирует.

*Acer negundo* предпочитает влажный климат, но выдерживает засушливые периоды; требователен к мощным, свежим хорошо дренированным почвам; устойчив к холоду и морозам. Умеренно

светолюбив, но все же является пионерным видом и в отсутствии наводнений обычно заменяется более теневыносливыми деревьями [10, 59]. Максимальная продолжительность жизни – 100 лет, обычная – около 75 лет, после 30 лет часто образует дупла и суховершинит. Вступает в стадию плодоношения на пятом-пятнадцатом году жизни. Семена распространяются ветром на расстояние не более 50–100 м от родительского дерева, могут распространяться также потоками воды, но важность этого механизма остается неясной. Часто доминирует в пойменных лесах. На другие виды влияет путем затенения [10, 21].

Клен ясенелистный в природе произрастает в Северной Америке от Скалистых гор до Атлантического побережья и от Канады до Флориды, то есть от хвойно-широколиственных лесов бореального типа до листопадных лесов умеренной и субтропической зоны. Естественная северная граница этого вида соответствует 46° с.ш., средняя температура января –12 °С, июля – 18–20 °С, среднегодовое количество осадков – 500–2000 мм. В современный период он проник в ряд провинций Канады: Квебек, Нью Брансуик, Новая Шотландия (46° с.ш.). В естественном ареале клен ясенелистный входит в число различных фитоценозов, включая болота, мезофитные лиственные леса, хвойные леса с соснами и елями; дубовые редколесья, чаппараль и различные виды прерий и полей; является одним из доминантов пойменных лесов. На восточных склонах Скалистых гор клен ясенелистный поднимается до высоты 1700 м над ур. моря [8–10, 35].

Клен ясенелистный завезен в Европу ориентировочно в 1688 г., в России известен с конца XVIII в. В настоящее время самая северная точка произрастания этого вида в Восточном полушарии – Кольский полуостров, однако натурализуется он южнее – на широте Осло, Санкт-Петербурга и Вологды (60° с.ш.), а широко распространен и обильен в различных типах местообитаний, в том числе и природных, еще южнее – в Германии, Польше, Литве, Средней России (55–60° с.ш.) [10, 17]. Местообитания, которые этот вид занимает во вторичном ареале, – преимущественно те же, что и в естественном. Он в изобилии населяет прибрежные фитоценозы (например, пойменные леса) вдоль рек до высоты 1000 м над ур. моря; найден в мезофитных дубравах, сосновых лесах, особенно вдоль опушек; колонизирует различные полуестественные местообитания [10, 54].

На Кавказ клен ясенелистный попал в 20-е годы XX в., однако в 30–50-е годы встречался преимущественно в городах и их окрестностях, где ис-

пользовался в зеленом строительстве [15, 25]. В настоящее время, по нашим данным, достиг высокого обилия в прирусловых лесах некоторых рек Северного Кавказа (Белая, Пшиш, Псекупс).

Характер изменения верхней границы распространения *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* в долине р. Белая оценивали путем анализа их возрастной структуры, жизнеспособности особей и годового радиального прироста стволов этих видов на разных высотах. Этот метод основывается на изменчивости данных параметров под воздействием неблагоприятных факторов среды и широко используется для решения подобного рода задач [3, 14, 39–41, 47, 48, 50, 51, 53, 60].

Предполагается, что в случае расширения вверх высотных ареалов *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* приграничные популяции этих видов будут представлены особями с небольшим возрастом (подростом) и хорошей жизнеспособностью. Тогда при движении вниз от этого рубежа следует ожидать примерно постоянного уровня их жизнеспособности и величины радиального прироста стволов в сочетании с увеличением максимального возраста деревьев, отражающего этапы расширения высотного ареала этих видов. Если верхняя граница распространения *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* является климатически обусловленной и стабильной, то их приграничные популяции должны быть представлены деревьями разного возраста (в том числе значительного), имеющими относительно небольшой размер и плохую жизнеспособность. По мере движения вниз по профилю следует ожидать улучшения их жизненного состояния, а также увеличения максимального диаметра стволов в результате увеличения годового прироста. Наконец, если климатически обусловленные границы этих видов расположены ниже современных из-за ухудшения условий среды в последние годы, то их приграничные популяции должны состоять преимущественно из особей со значительным возрастом и плохим жизненным состоянием. В этом случае при движении от верхней границы распространения анализируемых видов вниз по профилю следует ожидать улучшения жизнеспособности деревьев, увеличения радиального прироста их стволов и численности молодых особей (подроста).

Сбор фактического материала проводили с использованием двух подходов: 1) ближе к высотному пределу оценивали все экземпляры *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo*, обнаруженные при сплошном обследовании прирусловых лесов; 2) там, где эти виды имели значительное участие в древостоях, диаметр, возраст и жизнеспособность де-

ревьев оценивали на пробных площадях разного размера (300–1200 м<sup>2</sup>), но включающих не менее 30 их экземпляров. Выбор мест закладки площадей осуществляли таким образом, чтобы древостой данных видов включал деревья с разным, в том числе значительным диаметром. Для анализа состояния популяций робинии было заложено 5 таких площадей (на высотах 73, 161, 194 и 195 м над ур. моря), клена ясенелистного – 3 (73, 161 и 194 м над ур. моря). Высота над уровнем моря и географические координаты расположения площадей, а также групп или отдельных особей изученных адвентивных видов деревьев определяли с помощью GPS-приемника. Данные сведения, а также некоторая другая общая информация об объектах исследования представлена в табл. 2.

Диаметр стволов измеряли у их основания. Жизненное состояние деревьев оценивали в баллах на основе модифицированной классификации С.М. Бебия [4]: 1 – здоровое дерево, без внешних признаков угнетения, повреждения кроны и ствола; 2 – угнетенное дерево с отдельными мертвыми и усыхающими ветвями; 3 – угнетенное дерево, доля мертвых и усыхающих ветвей в кроне – до 30%; 4 – сильно угнетенное дерево (угнетение внешне ярко выражено, доля мертвых и усыхающих ветвей в кроне – до 50–60%); 5 – усыхающее дерево (в кроне более половины ветвей сухие или усыхающие); 6 – сухостойное дерево (усохшее, но продолжающее стоять в древостое). Определение возраста деревьев проводили по кольцам годового прироста на поперечных спилах на высоте корневой шейки или по буровым кернам, взятым из стволов на высоте около 15 см от поверхности почвы [24]. Спилов отбирали преимущественно у особей с диаметром ствола менее 4 см, буровые керны – у более крупных особей. Поскольку керны отбирали выше корневой шейки, к возрасту, определенному по годовым кольцам, прибавляли возраст подроста робинии и клена высотой около 15 см, который для большинства модельных экземпляров этих видов составил 2 года. Если бур не достигал центра ствола, возраст дерева определяли приближенно – расчетным способом [24].

Состояние популяций *Robinia pseudoacacia* было изучено на двенадцати высотных уровнях, *Acer negundo* – на семи. Диаметр ствола и жизнеспособность у робинии были определены для 339 деревьев, возраст – для 304 (90%), в том числе для 124 экземпляров – на спилах и для 180 – по кернам, у клена ясенелистного – для 177 и 162 (92%) деревьев, соответственно, в том числе для 93 экземпляров – на спилах и для 69 – по кернам. Для остальных деревьев из-за плохого состояния древесины или отсутствия различимых годовых

**Таблица 2.** Расположение пробных площадей, групп или отдельных особей изученных адвентивных видов деревьев

№ №	Абс. высота	Географические координаты	Тип местообитания	Доминирующие виды	Число особей
<i>Robinia pseudoacacia</i>					
1	73	44°58.310' с.ш., 39°41.230' в.д.	надпойменная терраса	<i>Populus nigra, Salix alba</i>	30
2	161	44°43.125' с.ш., 39°53.614' в.д.	надпойменная терраса	<i>Robinia pseudoacacia</i>	34
3	194	44°37.249' с.ш., 40°00.059' в.д.	надпойменная терраса	<i>Robinia pseudoacacia</i>	52
4	195	44°36.183' с.ш., 40°02.357' в.д.	надпойменная терраса	<i>Robinia pseudoacacia, Populus nigra</i>	27
5	195	44°36.183' с.ш., 40°02.357' в.д.	надпойменная терраса	<i>Robinia pseudoacacia, Populus nigra</i>	18
6	240	44°35.412' с.ш., 40°06.349' в.д.	надпойменная терраса	<i>Populus alba</i>	7
7	307	44°27.626' с.ш., 40°11.029' в.д.	надпойменная терраса	<i>Robinia pseudoacacia</i>	35
8	352	44°22.535' с.ш., 40°12.585' в.д.	надпойменная терраса	<i>Populus nigra</i>	12
9	405	44°18.920' с.ш., 40°10.582' в.д.	надпойменная терраса	<i>Robinia pseudoacacia</i>	28
10	465	44°13.327' с.ш., 40°11.426' в.д.	надпойменная терраса	<i>Robinia pseudoacacia</i>	27
11	492	44°11.304' с.ш., 40°09.758' в.д.	прирусловая отмель	<i>Populus nigra, Salix alba</i>	13
12	494	44°10.800' с.ш., 40°09.184' в.д.	прирусловая отмель	<i>Populus nigra, Salix alba</i>	1
13	561	44°08.252' с.ш., 40°06.865' в.д.	надпойменная терраса	<i>Carpinus betulus</i>	12
14	695	44°00.436' с.ш., 40°08.650' в.д.	надпойменная терраса	<i>Fraxinus excelsior</i>	31
<i>Acer negundo</i>					
1	73	44°58.310' с.ш., 39°41.230' в.д.	надпойменная терраса	<i>Populus nigra, Salix alba</i>	25
2	161	44°43.125' с.ш., 39°53.614' в.д.	надпойменная терраса	<i>Populus alba</i>	34
3	194	44°37.249' с.ш., 40°00.059' в.д.	надпойменная терраса	<i>Populus alba, Salix alba</i>	27
4	307	44°27.626' с.ш., 40°11.029' в.д.	надпойменная терраса	<i>Salix alba</i>	36
5	452	44°15.687' с.ш., 40°11.992' в.д.	надпойменная терраса	<i>Alnus incana, Salix alba</i>	26
6	460	44°19.930' с.ш., 40°11.989' в.д.	надпойменная терраса	<i>Salix alba</i>	27
7	695	44°00.436' с.ш., 40°08.650' в.д.	надпойменная терраса	<i>Fraxinus excelsior</i>	2

колец возраст был определен на основе регрессионных моделей “диаметр – возраст”, построенных для каждого высотного уровня. Поскольку у исследуемых видов возраст не всегда можно было определить с высокой точностью, при анализе возрастной структуры их популяций особи были объединены в возрастные группы по 10 лет.

Информация о распространении *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* на Западном Кавказе была получена в ходе экспедиционного обследования этого региона в течение 2006–2011 гг., выполненного авторами вместе с коллегами (А.Е. Шадже, Ю.С. Загурная). Анализ фактического материала проводили с использованием методов про-

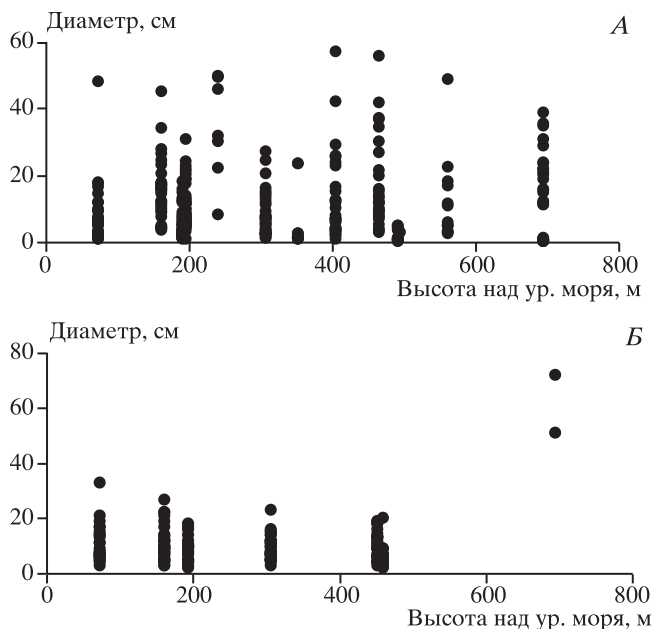
стого и множественного регрессионного анализа. Последний позволяет оценить суммарный вклад нескольких факторов в варьирование зависимой переменной, а также относительное влияние каждого из этих факторов на зависимую величину, абстрагируясь от связи вариации каждого из факторов с вариацией остальных факторов [19]. Относительный вклад каждого фактора в предсказание зависимой переменной оценивали на основе стандартизованного коэффициента регрессии (Beta). Расчеты проводили с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 6.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### *Robinia pseudoacacia*

В прирусловых лесах р. Белая *Robinia pseudoacacia* произрастает до высоты 695 м над ур. моря. До высоты 200 м этот вид принимает значительное участие в древостоях и нередко доминирует, выше – встречается в виде относительно небольших изолированных групп особей семенного и порослевого происхождения. Данные по возрастной структуре популяций этого вида на высотном профиле представлены в табл. 3. Она показывает, что в интервале высот от 70 до 600 м над ур. моря популяции имеют сходную возрастную структуру, а именно: 1) включают одну или несколько особей с возрастом, существенно превышающим возраст других особей (скорее всего, эти деревья были посажены около реки или дорог в разное время – 20–70 лет назад); 2) большинство особей относятся к двум возрастным классам – от 1 до 10 и от 11 до 20 лет (в целом для всех изученных популяций доля таких особей составляет 85%), причем молодые особи располагаются относительно недалеко (на расстоянии 10–20 м) от деревьев со значительным возрастом. Исключения составляют одна особь (возраст – 4 года), обнаруженная нами на отмели на высоте 494 м над ур. моря, а также небольшая группа деревьев на другой отмели на высоте 492 м (13 особей, одна из которых имеет возраст 15 лет, остальные 2–6 лет) (табл. 2). Кроме того, соотношение числа особей в этих возрастных группах хотя и варьирует, но практически не зависит от высоты над уровнем моря: в интервале высот от 73 до 190 м, а также от 400 до 500 м численно преобладает возрастная группа от 11 до 20 лет, на других высотах – особи возрастом до 10 лет.

Существенно иную возрастную структуру имеет группа особей *Robinia pseudoacacia*, обнаруженная нами на участке бывшего дендрологического питомника Кавказского заповедника (2-я надпойменная терраса р. Белой ниже по течению



**Рис. 1.** Изменение диаметра стволов *Robinia pseudoacacia* (А) и *Acer negundo* (Б) на высотном градиенте

от кордона Гузерипль, 690 м над ур. моря). Он был заложен в апреле 1940 г. В 1944 г. проведено обследование посадок и обнаружено 500 экземпляров робинии в возрасте 4 года. В этом же году наблюдалось первое (единичное) цветение особей [27]. В настоящее время на участке произрастает 31 особь робинии, среди которых 5 имеют возраст 60 и более лет (максимальный – 71 год), 9 – 41–52 года, 5 – 37–39 лет и 12 – 2–5 лет.

Из рис. 1 видно, что при приближении к верхней границе распространения робинии средний диаметр ее стволов не снижается (коэффициент корреляции Пирсона ( $r$ ) между высотой над уровнем моря и максимальным диаметром стволов равен 0.107,  $n = 339$ ,  $P < 0.05$ ). Для оценки относительной роли высоты над уровнем моря и возраста в определении значений данного параметра мы использовали метод множественного регрессионного анализа. При этом анализировали только особи, возраст которых был определен на основе подсчета годовичных колец на кернах или спилах. Как видно из табл. 4, вклад высоты над уровнем моря и, соответственно, связанных с ней условий произрастания в определение среднего диаметра стволов на профиле относительно не велик в случае, если анализируется весь массив данных, и близок к нулю, когда не учитываются данные по группе особей, произрастающих на бывшем дендрологическом участке (695 м над ур. моря). Соответственно, варьирование диаметра стволов на высотном профиле в основном определяется варьированием возраста деревьев. Дополни-

**Таблица 3.** Возрастная структура популяций и жизненность особей *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* на высотном профиле

Абс. высота	Число особей	Классы возраста				Максимальный возраст	Жизненность*
		1 – 10	11 – 20	21 – 30	> 30		
Доля особей в возрастном классе (%) ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )							
73, 161	64	37.5	43.8	10.9	6.3	52	1.5(1–3)
190–240	104	55.8	35.6	6.7	1.9	32	1.9 (1–4)
307, 352	47	78.7	21.3	–	–	20	1.8 (1–3)
405, 465	55	38.2	45.5	7.3	9.1	43	1.7 (1–3)
492, 561	26	76.9	19.2	–	3.9	74	1.5 (1–3)
695	31	38.7	–	–	61.3	71	1.5 (1–3)
Доля особей в возрастном классе (%) ( <i>Acer negundo</i> )							
73, 161	59	59.3	30.5	8.5	1.7	33	1.1 (1–3)
194	27	77.8	22.2	–	–	18	1.1 (1–2)
307	36	63.9	33.3	2.8	–	23	1.1 (1–3)
452	26	50.0	50.0	–	–	19	1.2 (1–2)
460	27	96.3	3.7	–	–	20	1.2 (1–3)
695	2	–	–	–	100	74	2.5 (2–3)

\* Цифры вне скобок – средний балл по С.М. Бебия [4], в скобках – амплитуда варьирования баллов.

но мы оценили силу и характер связи между высотой над уровнем моря и среднегодовым радиальным приростом стволов отдельно для особей двух возрастных групп: от 1 до 10 и от 11 до 20 лет. Как видно из табл. 5, связь между данными параметрами является слабо отрицательной, если рассматриваются данные со всех высотных уровней, и отсутствует или является слабо положительной, когда не учитываются данные по группе особей, произрастающих на высоте 695 м. Из табл. 3 также видно, что жизненность особей *Robinia pseudoacacia* на верхнем пределе распространения в среднем не только не хуже, но даже несколько лучше, чем на более низких высотах.

*Acer negundo*

В прирусловых лесах р. Белая *Acer negundo*, также как и робиния, произрастает до высоты 695 м над ур. моря, причем до высоты 300 м является обычным, но не доминирует, выше – встречается в виде небольших изолированных популяций. Из табл. 2 видно, что в интервале высот от 70 до 450 м над ур. моря популяции этого вида включают преимущественно или только особи моложе 20 лет (в целом для всех изученных популяций доля таких особей составляет 95%), причем на большинстве высотных уровней особи до 10 лет численно превосходят особи возрастом 11–20 лет. На высоте 460 м лишь одно дерево имело возраст более 10 лет (20), остальные были моложе (7 особей моложе 10 и 19 – 6 лет). Особи старше 20 лет были встречены только на трех высотных уровнях:

на высоте 73 м над ур. моря – 2 особи (примерно 21 и 33 года), 161 м – 4 (27, 22, 22 и 21 год), 307 – 1 (23 года).

В 1944 г. в дендрологическом питомнике Кавказского заповедника, а также в окрестностях кордона Гузерибль насчитывалось 300 экземпляров *Acer negundo* возрастом 5 лет [27]. Обследование этой территории в 1962–1963 гг. показало, что в наличии имеется 12 экземпляров клена, средний диаметр которых составлял 8.3 см, максимальный – 16.0 см, растения плодоносили [13]. В настоящее время на участке произрастает только 2 дерева этого вида возрастом 72 и 51 года с диаметром стволов 24.6 и 15.6 см, соответственно.

Как видно из рис. 1 и табл. 3–5, средний диаметр стволов *Acer negundo* на профиле не уменьшается с высотой (рис. 1:  $r = 0.024$ ,  $n = 177$ ; без данных по дендрологическому участку  $r = 0.032$ ,  $n = 175$ ); определяется преимущественно возрастом деревьев (табл. 4); связь между высотой и среднегодовым радиальным приростом стволов у особей моложе 20 лет положительная (табл. 5); жизненность особей с увеличением высоты над уровнем моря (если не принимать во внимание две особи на бывшем дендрологическом участке) существенно не меняется (табл. 3).

Сопоставление полученных результатов со сценариями, описанными выше, позволяет оценить динамические тенденции *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* в долине р. Белая.

**Таблица 4.** Вклад высоты над уровнем моря и возраста деревьев в определение диаметра стволов *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* на высотном профиле

Вид	Интервал высот, м над ур. моря	n	Beta		R	R <sup>2</sup>
			Высота над ур. моря, м	Возраст		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	73–695	293	<u>-0.182</u>	<u>0.867</u>	<u>0.826</u>	0.683
	73–561	262	0.012	<u>0.911</u>	<u>0.911</u>	0.830
<i>Acer negundo</i>	73–695	162	-0.051	<u>0.753</u>	<u>0.750</u>	0.562
	73–460	160	<u>0.156</u>	<u>0.947</u>	<u>0.927</u>	0.860

Примечание. n – объем выборки; R – коэффициент множественной корреляции; R<sup>2</sup> – коэффициент множественной детерминации; Beta – стандартизированный коэффициент регрессии. Подчеркнуты статистически значимые (для 5% и более высокого уровня) значения параметров R и Beta.

**Таблица 5.** Соотношение между высотой над уровнем моря и среднегодовым радиальным приростом стволов у *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo*

Вид	Возраст, лет	Интервал высот, м над ур. моря	n	Размах варьирования прироста, см	r	P
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1–10	73–695	155	0.11–1.36	-0.239	< 0.01
	1–10	73–561	143	0.11–1.36	0.028	
	11–20	73–561	97	0.31–1.97	0.182	< 0.1
<i>Acer negundo</i>	1–10	73–460	107	0.10–1.58	0.162	< 0.1
	11–20	73–460	47	0.54–1.67	0.483	< 0.001

Примечание. n – объем выборки, r – коэффициент корреляции Пирсона, P – уровень значимости.

1. Наличие на разных высотных уровнях *Robinia pseudoacacia* со значительным возрастом (до 50–70 лет) свидетельствует о достаточно длительном присутствии этого вида в долине р. Белой вплоть до высоты 700 м над ур. моря. Можно предположить, что это явилось результатом как преднамеренных (посадки), так и непреднамеренных (случайный занос) действий человека. В отличие от робинии, *Acer negundo* на большинство участков прирусловых лесов р. Белая по-видимому попал относительно недавно и примерно в одно и то же время – около 20 лет назад. Учитывая относительно невысокие способности клена к самостоятельному распространению семян, особенности пространственного распределения особей в районе исследований и их максимальный возраст на разных высотах, скорее всего это произошло в результате случайного заноса человеком.

2. Сопоставление климатических условий на верхней границе распространения изученных видов в долине р. Белой и на северной границе их естественного ареала свидетельствует, что для *Robinia pseudoacacia* они являются весьма сходными, а для *Acer negundo* климатические условия на его верхней границе в долине р. Белой являются более мягкими, чем на северной границе

естественного ареала. Кроме того, внутри природного ареала робиния поднимается до высоты 1000–1100 (1500) м, а клен – 1700 м над ур. моря [35, 43], что существенно выше, чем в районе нашего исследования. Наконец, отметим, что северные границы вторичных ареалов обоих видов расположены севернее границ природных ареалов. Все это позволяет предположить, что в долине р. Белая *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* не достигли своего климатически обусловленного верхнего предела. Данный вывод подтверждается результатами анализа высотных изменений жизненности, среднего диаметра и радиального прироста стволов этих видов. Мы не обнаружили снижения значений этих показателей, по крайней мере, вплоть до высоты 500–600 м над ур. моря.

3. Поскольку включение в анализ данных по диаметру и приросту стволов обоих видов с дендрологического участка Кавказского заповедника ведет к изменению знака связи этих параметров с высотой над уровнем моря с преимущественно положительного на отрицательный, можно было бы предположить, что этот рубеж находится вблизи от климатически обусловленной верхней границы распространения *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo*. Об этом может свидетельствовать



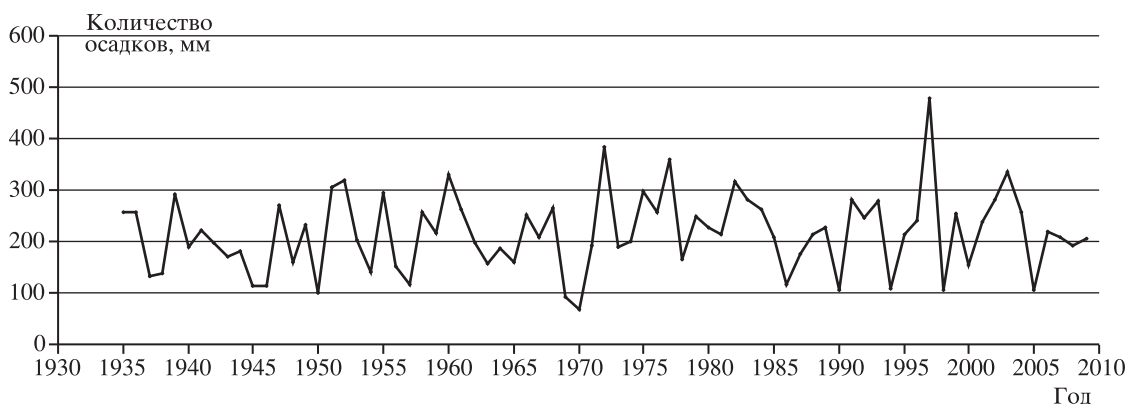


Рис. 2. Динамика сумм осадков за июль – сентябрь по данным метеостанции “Шунтук” (долина р. Белой, 320 м над ур. моря).

также резкое снижение численности этих видов на участке с 1940 г., а также состояние их популяций в настоящее время. Так, *Acer negundo* представлен только двумя особями со значительным возрастом и низкой жизнеспособностью, а в популяции робинии отсутствуют особи возрастом от 6 до 37 лет. Однако, учитывая требовательность к свету обоих видов, это может быть связано не столько с температурным режимом, сколько с ухудшением условий освещенности по мере формирования на месте плантаций сомкнутого древостоя. В связи с этим обратим внимание, что подрост робинии до возраста 6–8 лет способен выдерживать затенение [43].

4. Несмотря на способность робинии плодоносить в возрасте трех-четырёх лет, ее размножение (как семенами, так и вегетативным способом) на большинстве участков началось только в 90-е годы прошлого века, причем одновременно с ростом численности популяций *Acer negundo*. Следует обратить внимание, что это совпадает с началом повышения средней годовой температуры воздуха в районе исследований (табл. 1) и ряде других районов Западного Кавказа [22, 34, 42], а значит нельзя исключить наличие связи между данными явлениями.

Кроме того, учитывая способность *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* выдерживать засухи (в отличие от многих местных видов), росту их численности в долине р. Белая могло способствовать увеличение продолжительности сухих периодов в теплое время года в сочетании с высокой температурой воздуха. Так, результаты анализа метеоданных показывают, что увеличение количества осадков на Западном Кавказе за последние десятилетия происходило одновременно с уменьшением числа дней с осадками (Гаркуша и др., 2003, цит. по [29]). По данным В.В. Онищенко с

соавт. [31], с 1990 по 2000 гг. наличие засушливых летних периодов в Тебердинском заповеднике стало нормой. Особенно ярко это проявилось в 1998–2000 гг., когда в разгар летнего сезона отмечались весьма значительные повышения температуры при практически полном отсутствии дождей. На метеостанции Кавказского заповедника “Джуга” (2041 м) такая ситуация была зарегистрирована в 1984, 1994, 1999, 2000 и 2001 гг. [22]. На метеостанции “Шунтук” (долина р. Белой, 320 м) сумма осадков за июль – сентябрь в среднем за 1935–2010 гг. составила 217 мм, при этом в период с 1935 по 1985 г. она падала до 115 мм и ниже шесть раз (в 1945, 1946, 1950, 1957, 1969 и 1970 гг.) и пять раз с 1985 по 2010 гг. – в 1986, 1990, 1994, 1998 и 2005 гг. (рис. 2).

Интересно, что факты активизации в распространении чужеродных видов деревьев в последние 20 лет выявлены и в соседнем регионе. Так, по данным В. Sudnik-Wójcikowska с соавт. [58], в искусственных насаждениях *Elaeagnus angustifolia* L. и *Robinia pseudoacacia*, созданных в сухих степях Северного Причерноморья (Украина), максимальный возраст особей составил 47 лет, в то время как возраст наиболее старых особей, произрастающих на заброшенных полях и пастбищах, засоленных почвах и в сухих степях, не превышал 17–22 года. Авторы указывают на несколько возможных причин данного явления: 1) кризис сельскохозяйственного производства, сопровождающийся увеличением площади неиспользованных земель, в том числе пустырей, залежей, заброшенных пастбищ; 2) изменение климата; 3) выход из латентного периода (lag phase) [58]. Ни одна из этих причин не может быть полностью отвергнута и в нашем случае, то есть при объяснении современного роста численности

*Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* на Западном Кавказе.

В завершение хотелось бы обратить внимание на то, что изученные нами популяции *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo*, по крайней мере, в пределах высот от 300 до 695 м над ур. моря, были приурочены к нарушенным участкам леса. Выше 700 м долина р. Белая расположена в пределах особо охраняемой природной территории (Кавказского заповедника), и поэтому проникновение этих видов дальше в горы вдоль русел рек будет сдерживаться не климатическими факторами, а отсутствием антропогенных нарушений и низкой вероятностью заноса семян. Изменение верхней границы распространения этих видов в ближайшие годы, скорее всего, произойдет в результате активизации дорожного строительства в связи с планами развития туризма в регионе. Первые признаки этого уже имеются. В 2011 г. нами был отмечен подрост робинии возрастом 2–4 года вдоль недавно реконструированной дороги от поселка Гузерипль до турбазы “Партизанская поляна” (до 1525 м над ур. моря). Однако в качестве преобладающего процесса все же следует ожидать освоение этими видами уже занятого пространства, по крайней мере, в случае неизменности климатического тренда и продолжения кризиса в сельском и лесном хозяйствах.

### ВЫВОДЫ

1. Наличие на разных высотных уровнях *Robinia pseudoacacia* со значительным возрастом (до 50–70 лет) свидетельствует о достаточно длительном присутствии этого вида в долине р. Белой вплоть до высоты 700 м над уровнем моря. В отличие от робинии, *Acer negundo* на большинстве участков прирусловых лесов этой реки попал относительно недавно – около 20 лет назад.

2. Интенсивное размножение *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* на большинстве обследованных участков началось в 90-е годы прошлого века. Это совпадает с началом повышения средней годовой температуры воздуха и увеличением частоты возникновения продолжительных сухих периодов в теплое время года в районе исследований, что может свидетельствовать о наличии связи между данными явлениями.

3. В долине р. Белая *Robinia pseudoacacia* и *Acer negundo* не достигли своего климатически обусловленного верхнего предела. Однако их проникновение дальше в горы, скорее всего, будет сдерживаться не климатическими факторами, а отсутствием антропогенных нарушений и низкой

вероятностью заноса семян. Поэтому преобладающим процессом в будущем следует ожидать освоение этими видами уже занятого пространства.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акатов П.В. Изменение верхней границы распространения древесных видов растений на Западном Кавказе (бассейн р. Белой) в связи с современным потеплением климата // Экология. 2009. № 1. С. 37–43.
2. Акатов П.В., Акатов В.В. Тенденции изменения верхней границы распространения клена остролистного на Северо-Западном Кавказе // Лесоведение. 2010. № 5. С. 12–19.
3. Александрова В.Д. Динамика растительного покрова // Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука, 1964. С. 300–432.
4. Бебия С.М. Пихтовые леса Кавказа. М.: Изд-во моск. гос. ун-та леса, 2002. 270 с.
5. Болотова Н.Л., Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Думнич Н.В. Естественные и антропогенные факторы формирования популяций рыб-вселенцев в водных экосистемах Вологодской области // Российский журн. биол. инвазий. 2010. № 3. С. 13–32.
6. Борисова Е.А. Особенности распространения инвазионных видов растений по территории Верхневолжского региона // Российский журн. биол. инвазий. 2010. № 4. С. 2–10.
7. Бузаров А.Ш., Варшанина Т.П., Кабаян Н.В., Краснопольский А.В., Краснопольская Н.В., Куашева Д.А., Мельникова Т.Н., Спесивцев П.А., Хачегогу А.Е., Шебзухова Э.А. География Республики Адыгея. Майкоп: Адыг. республ. кн. изд-во, 1995. 168 с.
8. Букштынов А.Д., Грошев Б.И., Крылов Г.В. Леса. Серия “Природа мира”. М.: Мысль, 1981. 316 с.
9. Васильев А.В. Флора деревьев и кустарников субтропиков Западной Грузии // Тр. Сухумского ботанического сада. Сухуми: Изд-во АН Грузинской ССР, 1958. Вып. 11. Т. 4. С. 1–139.
10. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
11. Голгофская К.Ю. Типы буковых и пихтовых лесов бассейна реки Белой и их классификация // Тр. Кавказского гос. заповедника. М.: Лесн. пром-ть, 1967. Вып. 9. С. 157–284.
12. Голгофская К.Ю. Растительность полосы верхнего предела леса в Кавказском заповеднике // Бот. журн. 1967. № 2. С. 202–214.
13. Голгофская К.Ю., Кучин В.И. Некоторые итоги интродукции древесно-кустарниковых пород в Кавказском заповеднике // Тр. Кавказского гос. запо-

- ведника. Краснодар: Краснодарское книж. изд-во, 1965. Вып. 8. С. 89–99.
14. Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. 208 с.
  15. Гроссгейм А.А. Определитель растений Кавказа. М.: “Советская наука”, 1949. 747 с.
  16. Грудзинская И.А. Широколиственные леса предгорий северо-западного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 5–187.
  17. Гурский А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 302 с.
  18. Дудкина Н.И., Виноградова Ю.К. Анализ изменчивости плодов и семян *Robinia pseudoacacia* L. в инвазионных популяциях // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем: Тезисы докл. Междун. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2007 г.) / Под ред. Г.Г. Матишова. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного НЦ РАН. 2007. С. 114–115.
  19. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 1996. 368 с.
  20. Елумеева Т.Г., Салпагаров А.Д., Онищенко В.Г. Динамика температуры и количества осадков на территории Карачаево-Черкесской республики во второй половине XX века // Состав и структура высокогорных экосистем Тебердинского заповедника. Тр. Тебердинского гос. биосферного заповедника. М.: Гриф и К, 2007. Вып. 27. С. 20–29.
  21. Емельянов А.В., Фролова С.В. Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) в прибрежных фитоценозах р. Ворона // Российский журн. биол. инвазий. 2011. № 2. С. 40–44.
  22. Животов А.Д. Динамика метеорологических параметров на территории Кавказского заповедника (1985–2005 гг.) // Тр. Кавказского гос. природного биосферного заповедника. Майкоп: Качество, 2008. Вып. 18. С. 6–22.
  23. Иванченко Т.Е., Царева Д.П., Юрченко В.П., Панов В.Д. Климат туристских маршрутов Западного Кавказа в бассейнах рек Белая и Шахе. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 34 с.
  24. Корчагин А.А. Определение возраста деревьев умеренных широт // Полевая геоботаника. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 209–241.
  25. Косенко И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Колос, 1970. 613 с.
  26. Кудактин А.Н., Власов В.В., Животов А.Д. О тенденциях динамики некоторых компонентов ПТК Кавказского заповедника в связи с глобальным изменением климата // Биоразнообразие и мониторинг природных экосистем в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике: Сборник трудов. Новочеркасск: ДОРОС, 2002. Вып. 16. С. 288–301.
  27. Лаврентьев Н.Е. Лесные интродукционные питомники КГЗ на 31 декабря 1944 г. Отчет. Научные фонды Кавказского заповедника, инв. № 86.
  28. Лурье П.М. Водный режим и баланс рек Северного Кавказа в период изменения климата // Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа: Сб. науч. тр. Ассоциации ООПТ Северного Кавказа и Юга России. Ставрополь: Кавказский край, 2000. Вып. 3. С. 70–77.
  29. Лурье П.М., Панов В.Д. Изменение деятельности снежных лавин на северном склоне Большого Кавказа в связи с климатическими условиями // Экологический вестник научных центров ЧЭС. 2006. Приложение № 1. С. 47–53.
  30. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентивизация растительности в призме идей современной экологии // Журн. общ. биологии. 2002. Т. 63. № 6. С. 500–508.
  31. Онищенко В.В., Салпагаров Д.С., Салпагаров А.Д. Некоторые результаты комплексных экологических исследований высокогорий Северо-Западного Кавказа, направленные на усиление роли ассоциации в процессе формирования региональной политики природопользования и охраны природы // Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. Сб. науч. тр. Ассоциации ООПТ Северного Кавказа и Юга России. Ставрополь: Кавказский край, 2000. Вып. 3. С. 11–28.
  32. Орлов А.Я. Темнохвойные леса Северного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 254 с.
  33. Орлов А.Я. Буковые леса Северо-Западного Кавказа // Широколиственные леса Северо-Западного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 244–381.
  34. Панов В.Д. Климатические условия и экологическое состояние горной зоны Карачаево-Черкесской республики // Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа: Сб. науч. тр. Ассоциации ООПТ Северного Кавказа и Юга России. Ставрополь: Кавказский край, 2000. Вып. 3. С. 53–62.
  35. Пилипенко Ф.С. Иноземные деревья и кустарники на Черноморском побережье Кавказа: итоги и перспективы интродукции. Л.: Наука, 1978. 294 с.
  36. Слынько Ю.В., Дгебуадзе Ю.Ю., Новицкий Р.А., Христов О.А. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы // Российский журн. биол. инвазий. 2010. № 4. С. 74–90.
  37. Схиерели В.С. *Robinia pseudoacacia* L. – лжеакация, робиния // Дендрофлора Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1965. Т. IV. С. 344–347.
  38. Французов А.А. Флористическая классификация лесов с *Fagus orientalis* L. и *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach в бассейне реки Белой (Западный

- Кавказ) // Растительность России. 2006. № 9. С. 76–85.
39. Хантемиров Р.М., Сурков А.Ю., Горланова Л.А. Изменения климата и формирование возрастных поколений лиственницы на полярной границе леса на Ямале // Экология. 2008. № 5. С. 323–328.
  40. Харук В.И., Двинская М.Л., Рэнсон К.Д. Лиственничники Сибири и климатические тренды // Природа. 2006. № 8. С. 46–51.
  41. Харук В.И., Двинская М.Л., Им С.Т., Рэнсон К.Д. Древесная растительность экотона лесотундры Западного Саяна и климатические тренды // Экология. 2008. № 1. С. 10–15.
  42. Эмба Я.А., Дбар Р.С., Маландзия В.И. Региональные изменения климата и экологические проблемы Абхазии // Биоразнообразии и трансформация горных экосистем Кавказа. 2007. Т. 3. С. 61–73.
  43. Bartha D., Csiszár Á., Zsigmond V. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) // The most invasive plants in Hungary. Vácátót, Hungary: Hungarian Academy of Sciences, 2008. P. 63–76.
  44. Davis M.A., Grime J.P., Thompson K. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility // J. Ecol. 2000. V. 88. P. 528–536.
  45. Davis M.A., Thompson K., Grime J.P. Invasibility: the local mechanism driving community assembly and species diversity // Ecography. 2005. V. 28. № 5. P. 696–704.
  46. Fotiadis G., Kyriazopoulos A.P., Fraggakis I. The behaviour of *Ailanthus altissima* weed and its effects on natural ecosystems // J. Environ. Biol. 2011. V. 32. P. 801–806.
  47. Gamache I., Payette S. Latitudinal response of subarctic tree lines to recent climate change in eastern Canada // J. Biogeogr. 2005. V. 32. P. 849–862.
  48. Holtmeier F.-K., Broll G. Sensitivity and response of northern hemisphere altitudinal and polar treelines to environmental change at landscape and local scales // Global Ecol. Biogeogr. 2005. V. 14. P. 395–410.
  49. Krízsvik V., Körmöczi L. Spatial spreading of *Robinia pseudoacacia* and *Populus alba* clones in sandy habitats // Tiscia. 2000. V. 32. P. 3–8.
  50. Kullman L. Structural change in a subalpine birch woodland in north Sweden during the past century // J. Biogeogr. 1991. V. 18. P. 53–62.
  51. Kullman L. Rapid recent range-margin rise of tree and shrub species in the Swedish Scandes // J. Ecol. 2002. V. 90. P. 68–77.
  52. Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., Jarošuk V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulo P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grapow L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kuhn I., Marchante H., Perglova I., Pino J., Vila M., Zikos A., Roy D., Hulme Ph.E. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs // Preslia. 2008. V. 80. P. 101–149.
  53. Leac W.B., Craber R.E. A method for detecting migration of forest vegetation // Ecology. 1974. V. 55. № 6. P. 1425–1427.
  54. Müller N., Okuda S. Invasion of alien plants in floodplains – a comparison of Europe and Japan // Plant invasions: ecological mechanisms and human responses. Leiden, The Netherlands: Backhlyz Publishers. 1998. P. 321–332.
  55. Qian H., Ricklefs R.E. The role of exotic species in homogenizing the North American flora // Ecology Letters. 2006. V. 9. P. 1293–1298.
  56. Pyšek P., Lambdon P. W., Arianoutsou M., Kühn I., Pino J., Winter M. Alien vascular plants of Europe. Chapter 4 // DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe. 2009. P. 43–61.
  57. Richardson D.V., Pyšek P. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility // Progress in Physical Geography. 2006. V. 30. № 3. P. 409–431.
  58. Sudnik-Wójcikowska B., Moysiyyenko I., Slim P.A., Moraczewski I.R. Impact of the invasive species *Elaeagnus angustifolia* L. on vegetation in Pontic desert steppe zone (Southern Ukraine) // Pol. J. Ecol. 2009. V. 58. № 2. P. 377–377.
  59. Tickner D.P., Angold P.G., Gurnell A.M., Mountford J.O. Riparian plant invasions: hydrogeomorphological control and ecological impacts // Progress in Physical Geography. 2001. V. 25. P. 22–52.
  60. Wang T., Zhang Q.-B., Ma K. Treeline dynamics in relation to climatic variability in the central Tianshan Mountains, northwestern China // Global Ecol. Biogeogr. 2006. V. 15. P. 406–415.

## **Change of the Altitudinal Limit of Black Locust and American Maple Growth in Belaya River Valley, Western Caucasus**

**V. V. Akatov, T. V. Akatova, E. A. Grabenko**

The trends of the altitudinal change of two adventive tree species, *Robinia pseudoacacia* L. and *Acer negundo* L., are assessed by tracking the state of the populations at 70 to 700 m.a.s. l. heights in Belaya River valley, Western Caucasus. As analyzed parameters was used vitality, age, diameter and radial increment of the trees are examined. It is shown that the upper limits of these species in Belaya river valley are not climate induced. They remained stable during recent decades (the age of trees of both species on the upper limits exceeds 70 years). 85% of *Robinia pseudoacacia* individuals and 95% of *Acer negundo* individuals were less than 20 years age. The climate change in the region is suggested to be one of the reasons of the sharp expansion of the populations since the end of the 20<sup>th</sup> century.

Age structure, trunk diameter, vitality, radial increment, population, altitudinal limit, adventive species, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, climate change, Western Caucasus.