

УДК 57.033: 58.05

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ  
НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ,  
ПРИУРОЧЕННЫХ К ЗОНАМ АКТИВНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ  
РАЗЛОМОВ, НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ У ЦЕНОЗООБРАЗУЮЩИХ  
ВИДОВ ДЕРЕВЬЕВ**

**Шиманская Е.И., Вардуни Т.В., Вьюхина А.А., Чохели В.А.**

*Научно-исследовательский институт биологии Южного федерального университета,  
Ростов-на-Дону, e-mail: shimamed@yandex.ru*

В статье рассмотрено влияние эндогенных геологических факторов и тектонических структур на природу изменений морфогенеза ценообразующих видов деревьев Центрального Кавказа. На основе значительного объема статистических данных проанализированы некоторые особенности распределения нетипичных морфологических изменений вегетативных органов деревьев на территории, пересеченной несколькими активными разломами. Выявлены общие закономерности в характере распределения морфологических изменений и форме роста видов-эдификаторов пояса смешанных лесов на исследуемой территории. В результате проведенного исследования установлена видоспецифичность некоторых морфологических изменений у определенных видов деревьев и резистентность к ним у других исследуемых видов деревьев. Было показано, что определенные изменения фенотипа и их сочетания маркируют различные геологические структуры, такие как линии разрывных нарушений, диабазовые дайки, неинтрузии. На основе полученных данных разработан морфологический метод биотестирования эндогенного воздействия геологической среды.

**Ключевые слова:** ценообразующие виды деревьев, тектонический разлом, эндогенные геологические процессы, нетипичные морфологические изменения, видоспецифичность, резистентность, морфологический метод биотестирования

**THE DEVELOPMENT OF BIOTESTING METHOD UNDIFFERENTIATED  
ENVIRONMENTAL FACTORS FOR THE TERRITORIES CONFINED TO ZONES  
OF ACTIVE TECTONIC FAULTS BASED ON ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL  
CHANGES IN CENOSIS FORMATIVE TREE SPECIES**

**Shimanskaya E.I., Varduny T.V., Vjuhina A.A., Chokheli V.A.**

*Scientific Research Institute of Biology of Southern Federal University, Rostov-on-Don,  
e-mail: shimamed@yandex.ru*

The paper observes the influence of endogenous geological factors on changes in the nature of morphogenesis in cenosis formative tree species of the Central Caucasus. Based on the significant amount of statistical data, some features of distribution of atypical morphological alterations in vegetative tree organs were analyzed on the territory crossed with active fractures. The general regularities were revealed in the distribution of morphological alterations and in the form of growth in species edifiers on the territories of mixed forests on the area of study. The study identified the species-specific of some morphological alterations in certain tree species and the resistance to them in another species under study. The study showed that certain changes of the phenotype and their combinations mark different geological structures, such as line faults, diabase dikes, neointrusion. Based on the data obtained, a morphological method of endogenous effects of the geological environment has been developed by biotesting endogenous effects of the geological environment.

**Keywords:** cenosis formative tree species, tectonic fractures, endogenous geological processes, atypical morphological alterations, species-specific, resistance, morphological method of biotesting

Сложное геологическое строение и высокая степень тектонической нарушенности высокогорных территорий Северного Кавказа во многом определяют здесь специфику среды обитания живых организмов. Активные тектонические разломы являются источниками потоков ионизированных частиц, электромагнитного низкочастотного излучения, инфраволн и газовых флюидов [3]. Водородная дегазация разломов способствует деградации озонового слоя и формированию локальных озоновых дыр, влияние которых увеличивается с набором абсолютной высоты над уровнем моря [11].

Проблема экологического воздействия геофизических, геохимических и радиационных полей на природные и природно-технические системы неоднократно изучалась исследователями [1, 2, 8, 9, 13], в том числе в связи с воздействием на здоровье человека [14]. Оценка вероятных последствий синергетического воздействия факторов, действующих в зоне тектонических разломов, необходима для эколого-геологического районирования, комплексной оценки и прогноза геоэкологических процессов, а также для понимания возможных последствий воздействия геофизических полей на здоровье живых организмов.

**Цель проведенного исследования** заключалась в анализе закономерностей распределения морфологических изменений, присутствующих у ценообразующих видов деревьев в соответствии с геологическим строением исследуемой территории северного склона Главного Кавказского хребта.

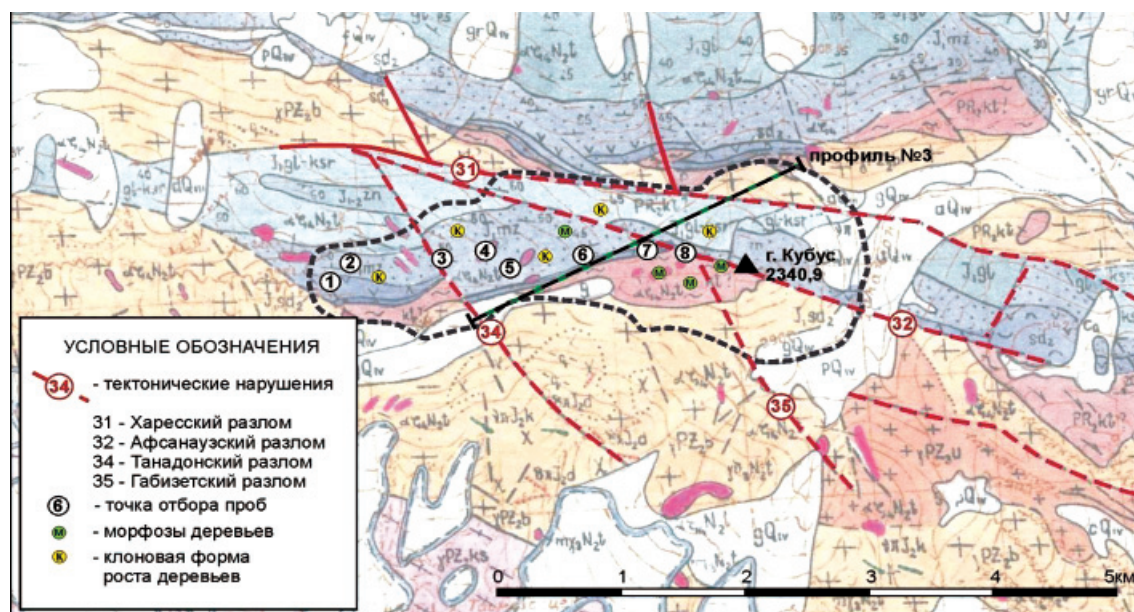
**Материалы и методы исследований**

*Общая характеристика района исследований*

Район исследований закономерностей распределения нетипичных морфологических изменений ценообразующих видов деревьев был выбран нами на северном склоне Главного Кавказского хребта (левый

борт долины р. Тана-дон, Северная Осетия, Ирафский район, Национальный парк «Алания» – НПА). Для территории национального парка характерны горные экосистемы с уникальным видовым составом растительности и разнообразием геобиоценозов, что обусловлено большим разнообразием ландшафтов и климатических зон. Общая площадь парка составляет 54 926 га.

Территория полевых исследований имеет неоднородное и сложное по литологическому составу геологическое строение (рис. 1). Высокая интенсивностью эндогенных геологических процессов на исследуемой территории обусловлена тем, что данный район приурочен к зоне активного поднятия Главного хребта и расположением нескольких активных разломов.



*Рис. 1. Схема района исследований, составленная на основе геологической карты и тектонической схемы (м-ба 1:200 000) района исследований в соответствии с материалами геологического отчета [7]*

Средние значения абсолютных высот исследуемой территории составляют 1 700–2 400 м., перепад высот на исследуемой территории – от 50 до 340 метров. Обширное видовое разнообразие, наличие уникальных биогеоценозов и естественных популяций ценообразователей, а также отсутствие антропогенной нагрузки и развития экзогенных геологических процессов (селей, снеголавинной деятельности, камнепадов и проч.) делают выбранную территорию полевых исследований наиболее подходящей для изучения биологических последствий эндогенного геологического влияния.

*Выбор площадок учета и профилей распределения нетипичных морфологических изменений на исследуемой территории*

Выбор площадок и профилей учета морфологических изменений ценообразующих видов деревьев осуществлялся в соответствии с двумя принципами: биоиндикационным и геологическим. В основу биоиндикационного принципа заложены данные метода визуальной дендроиндикации, описанной ниже. Геологический принцип состоит

в анализе картографической информации и данных геологического отчёта [7]. Площадь около 6,5 км<sup>2</sup>, характеризующаяся наибольшей степенью тектонической нарушенности относительно прилегающей территории (рис. 1) и относительно равномерно покрытая лесом, была исследована нами с применением метода визуальной дендроиндикации по оригинальной методике посредством профильного и площадного анализа распределения морфологических признаков деревьев. В Цейском ущелье (Северо-Осетинский государственный заповедник) были выбраны контрольные площадки учета нетипичных морфологических изменений вегетативных органов деревьев. При выборе территории контрольных наблюдений исходили из принципа равенства всех экологических условий с таковыми на территории «экспериментальных» исследований (НП «Алания»), кроме тектонического строения и литологического состава горных пород. Согласно структурно-тектонической схеме горной Осетии масштаба 1:200 000, на площадках контрольных исследований и в непосредственной близости от них разрывных наруше-

ний нет, проявления экзогенных процессов и источники антропогенного загрязнения на выбранных участках также отсутствуют [7].

#### Методы исследования

Анализ закономерностей варьирования морфологических изменений ценозообразующих видов деревьев на исследуемой территории был осуществлен с использованием метода визуальной дендроиндикации по оригинальной методике. Объектами исследования морфологической изменчивости с использованием метода визуальной дендроиндикации были выбраны ценозообразующие виды деревьев – береза повислая (*Betula pendula*), б. Литвинова (*B. litwinowii*) и б. Радде (*B. raddeana*); клён Траутфеттера (*Acer trautvetteri*), бук восточный (*Fagus orientalis*), сосна Коха (*Pinus kochiana*), ива козья (*Salix caprea*).

В основу метода визуальной дендроиндикации заложена регистрация морфологических изменений деревьев. Преимущества метода визуальной дендроиндикации заключаются в его простоте, экономичности, удобстве анализа больших объемов численных данных и, следовательно, достоверности полученных результатов, что позволяет оценить частоту нетипичных морфологических изменений в изучаемых популяциях деревьев-эдификаторов и их распределение на реальном рельефе.

Для учета нетипичных морфологических признаков был составлен специально разработанный бланк морфометрического описания. Посредством заполнения бланка регистрируются основные качественные и количественные нетипичные изменения морфогенеза вегетативных органов деревьев: наросты, искривления ствола, дихотомия, политомия (более чем двукратное ветвление ствола), клоновая или розеточная форма роста, закрученность ствола и ветвей, пучкообразные побеги, трещиноватость коры.

Полученные таким образом описания с каждой площадки обрабатывались в программе Microsoft Office Excel. Общий объём выборки описанных таким растений составил 1 500 особей, из них 500 особей – береза повислая (*Betula pendula*); 94 особи – береза Литвинова (*Betula litwinowii*); 149 особей – береза Радде (*Betula raddeana*); 251 особь – клён Траутфеттера (*Acer trautvetteri*); 200 особей бука восточного (*Fagus orientalis*); 306 особей сосны Коха (*Pinus kochiana*).

#### Результаты исследования и их обсуждения

Популяции перечисленных видов деревьев-эдификаторов пояса смешанных и сосновых лесов на исследуемой территории отличаются высоким полиморфизмом и широким размахом морфологической изменчивости [1]. В форме роста абсолютного большинства лиственных пород деревьев преобладают многоствольные деревья. Среднее количество стволов одного дерева составляет 6–13, минимальное – 2, максимальное – 19–28. Причем многоствольность деревьев здесь имеет две формы: клон или кустообразный рост стволов от одной корневой системы, при котором часто бывает сложно определить границы одной особи, и «розеточная» форма роста, которая возникает при срастании нескольких стволов

у основания. Проявление «розеточной» формы роста деревьев может быть связано с неким стимулирующим воздействием на процессы пролиферации и специализации клеток при одновременном развитии стволов из одной точки. Многие исследователи связывают изменение формы роста деревьев и многоствольность с формой поверхности и мезорельефом. Однако проведенный нами сравнительный анализ условий произрастания исследуемых видов показал, что данный феномен не зависит от таких экологических условий, как форма поверхности, мезорельеф, экспозиция, условия увлажнения и тип почвы. О независимости исследуемых морфологических изменений деревьев от указанных средовых факторов также говорит и то, что площадки учета морфологической изменчивости деревьев находятся в различных микроклиматических зонах, где перечисленные условия среды произрастания сильно отличаются, а профили распределения морфологической изменчивости пересекают различные лесные сообщества. Что же касается проявлений таких нетипичных морфологических изменений, как наросты и пучкообразные побеги на стволах и ветвях, а также срастание стволов, дихотомия и многократное ветвление ствола, то варьирование данных признаков также не зависит от перечисленных условий произрастания ценозообразующих видов деревьев. Как было показано ранее, проявление данных признаков среди представителей ценозообразующих видов деревьев связано с геологическим строением территорий, характеризующихся высокой степенью тектонической нарушенности и интенсивными геодинамическими процессами [1]. В результате проведенных исследований были выявлены следующие закономерности в варьировании морфологических изменений деревьев-эдификаторов на территории Харесского, Афсанаузского и Танадонского разломов и их пересечении (рис. 2):

– уровень фенотипической изменчивости деревьев-эдификаторов возрастает в пределах зон глубинных тектонических разломов (рис. 2);

– нетипичные морфологические изменения растений маркируют местоположение определённых геологических структур: разрывных нарушений, неинтрузий, граничных зон разных геологических пород;

– количество атипичных фенотипических изменений деревьев-эдификаторов на единицу площади возрастает по мере приближения к линии разрывного нарушения (рис. 2).

Увеличение частоты встречаемости наростов, пучкообразных побегов и разветвленности стволов (рис. 2) резко возрастает на

линиях разрывных нарушений (рис. 1), что свидетельствует о значительном эндогенном геологическом влиянии разломов на развитие

данных морфологических изменений и может быть использовано при биоиндикационном маркировании линий разломов.

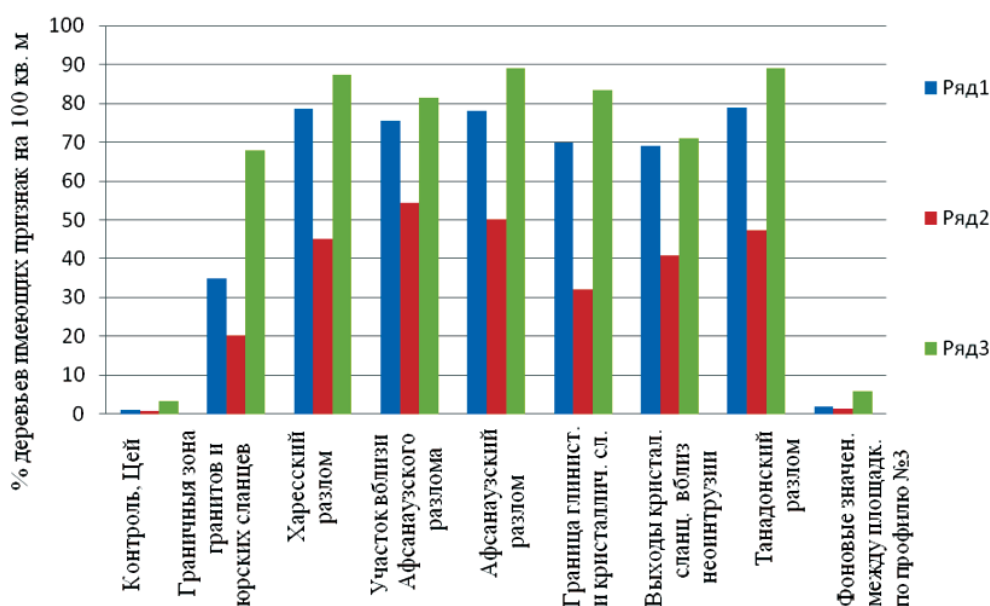


Рис. 2. Распределение нетипичных морфологических изменений вдоль профиля № 3, пересекающего линии Габизетского, Харесского, Авсануэского и Танадонского разрывных нарушений (при движении с северо-востока на юго-запад (рис. 1)). Ряд 1 – наросты, ряд 2 – пучкообразные побеги, ряд 3 – ветвление ствола

Увеличение частоты встречаемости наростов, пучкообразных побегов на стволах и ветвях, дихотомии и многократного ветвления стволов исследуемых видов деревьев также приурочены к зонам трещиноватости в непосредственной близости от разрывных нарушений, которые не показаны на тектонической схеме [7], или же эндогенны геологическим воздействием различных структурных неоднородностей таких, как неонинтрузии, обнажения кристаллических пород, граничные участки различных пород и магматических формаций. Как видно из гистограммы (рис. 2), увеличение концентрации данных признаков наблюдается на участках граничных зон различных пород, вблизи от неонинтрузий, а на линиях разрывных нарушений достигает максимальных значений (рис. 1, 2).

Наросты, пучкообразные побеги, дихотомия и многократное ветвление стволов являются наглядными проявлениями фитопатологии исследуемых видов деревьев. Интенсивность проявления данных фитопатологических изменений различна у разных видов деревьев при различном уровне эндогенного геологического воздействия. Так из гистограммы (рис. 2) видно, что наиболее чувствительными и специфичными фитопатологическими изменениями явля-

ются наросты и пучкообразные побеги, так как частота их встречаемости более резко увеличивается на линиях разрывных нарушений и быстро затухает при удалении от разломов, дихотомия и многократное ветвление ствола являются менее видоспецифичным и менее чувствительным признаком. Рядом исследователей было показано, что морфологические изменения древесных растений формируются при достаточно высоких уровнях воздействия электромагнитных полей и излучений в достаточно широком диапазоне частот и характерны для хронически облучаемых популяций [1, 2, 3, 10, 12]. Наблюдаемые на исследуемой территории морфологические изменения древесной растительности имеют стимулирующий характер в отношении ростовых процессов. Изменения морфогенеза происходят в результате процессов роста, в основе которых заложена митотическая активность меристематических тканей [4]. Рядом исследований было выявлено, что малые дозы радиации и химические мутагены стимулируют митотическую активность [6], а высокие – ингибируют [5]. Наглядным проявлением стимуляции ростовых процессов у исследуемых видов деревьев-эдификаторов является численное доминирование многоствольных деревьев на всей площади

исследуемой территории при резком увеличении числа стволов и «розеточных» форм роста, пучкообразных побегов и наростов на линиях разрывных нарушений (рис. 2, 3). Различная частота встречаемости исследуемых морфологических изменений среди рассматриваемых представителей ценозо-

образующих видов деревьев говорит о различной видовой чувствительности к действию эндогенных геологических факторов. Так, пучкообразные побеги характерны для видов *Betula pendula* и *Salix caprea*, на данный момент их не обнаружено у других ценозообразующих видов (рис. 3).

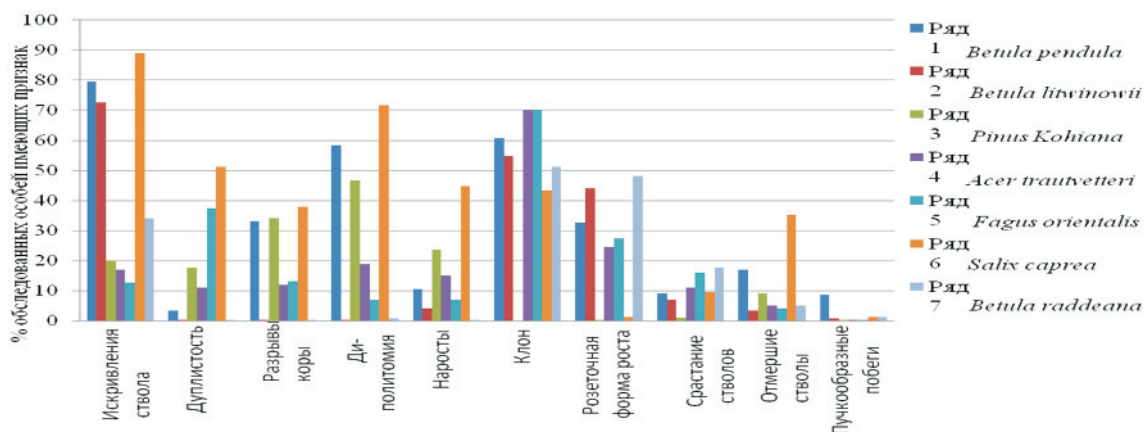


Рис. 3. Распределение нетипичных морфологических изменений среди ценозообразующих видов деревьев на территории исследования

Все три вида берез представленные на исследуемой территории *Betula pendula*, *B. litwinowii* и *B. raddeana* гибридизируют между собой, однако, пучкообразные побеги у обследованных представителей *B. Litwinowii*, *B. raddeana* и гибридных форм пока не найдены, как не обнаружено их и среди деревьев видов *Fagus orientalis*, *Acer trautvetteri*, *Pinus kochiana*. Было выявлено также, что у деревьев видов *B. litwinowii* и *B. raddeana* чрезвычайно редко встречаются наросты, разрывы коры и дупла, что может быть интерпретировано как показатель более высокой резистентности данных видов к действию недифференцированных факторов разломов. Как видно из гистограммы (рис. 3), искривлению ствола в большей степени подвержены *Betula pendula*, *B. Litwinowii*, *B. Raddeana* и *Salix caprea*. Для бука восточного в целом нехарактерными признаками является искривление ствола и наросты, тем не менее данные признаки проявляются у представителей *Fagus orientalis* локально, в пределах небольших участков на линиях Афсанаузского и Танадонского разрывных нарушений, что может быть связано с более интенсивным воздействием отдельных участков разломов или локальным повышением концентрации радионуклидов и тяжелых металлов в почве и грунтовых водах. Среди особей вида *Pinus kochiana* отсутствуют клоновая и «розеточная» формы роста, наиболее характерными морфологическими изменениями у *Pinus kochiana* являются комплексные морфозы,

проявляющиеся в сочетании искривления ствола, дихотомии и политомии, наростов и закрученности ствола. Наиболее интенсивное проявление морфологической изменчивости у *Pinus kochiana* наблюдается на гребне горы Кубус, которая приурочена к области активного поднятия северного склона Главного хребта, имеет сложное геологическое строение и пересечена тремя разломами (рис. 1). Здесь, в верхней части пояса смешанного и соснового леса (2000–2340 м над ур. моря), отмечается высокая концентрация особей *Pinus kochiana*, имеющих большой диаметр ствола (75–110 см), с нехарактерной для вида трещиноватой структурой коры, закрученностью ствола по всей высоте (3–7 м), политомией и наростами. Причем распространение большинства особей с измененным морфогенезом приурочено к гребневой зоне горы Кубус.

### Выводы

Вышеизложенные факты позволяют сделать вывод о связи выявленных общих закономерностей в распределении нетипичных морфологических изменений ценозообразующих видов деревьев со сложным геологическим строением и высокой активностью геофизических процессов исследуемой территории.

Предложенный морфологический метод биотестирования эндогенного геологического и геохимического воздействия на природные популяции ценозообразующих видов деревьев основан на статистическом анализе данных визуальной дендроиндикации. Сочетание профильного и площадного спо-

соба учета морфометрических изменений дает возможность оценить концентрацию и частоту проявления признаков на отдельных участках и на протяженном расстоянии между площадками наблюдений. Данный метод позволяет с достаточной точностью маркировать линии разрывных нарушений, карстовые пустоты, погребенные разломы, подземные водные потоки с использованием в качестве тест-отклика нетипичных морфологических изменений вегетативных органов деревьев-эдикаторов.

#### Список литературы

1. Применение методов биотестирования для индикации закономерностей варьирования фенотипических и цитогенетических изменений растений-индикаторов в зависимости от степени тектонической нарушенности зоны произрастания / А.А. Выходина, Г.В. Омельченко, Е.И. Шиманская, В.А. Чохели, Т.В. Вардуни // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 1. – С. 45–51.
2. Дубинин Н.П., Пашин Ю.В. Мутагенез и окружающая среда. – М.: Наука, 1971. – 183 с.
3. Влияние тектонических нарушений (дегазация наведенные токи, вариации геомагнитного поля) Севера Русской плиты на окружающую среду (на примере Архангельской области) / Ю.Г. Кутинов, З.Б. Чистова, В.В. Беляев, П.С. Бурлаков // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2009. – Т.14, № 2. – С. 77–89.
4. Цитогенетические реакции семенного потомства сосны обыкновенной на комбинированное антропогенное загрязнение в районе Новолипетского металлургического комбината / О.С. Машкина, В.Н. Калаев, Л.С. Мурая, Е.С. Леликова // Экологическая генетика. – 2009. – Т. 7, № 3. – С. 17–29.
5. Митрофанов Ю.А. Радиочувствительность клеток на различных фазах митотического цикла // Успехи современной генетики. – М.: Наука, 1969. – С. 125–160.
6. Нариманов А.А., Корыстов Ю.Н. Стимулирующее действие малых доз ионизирующего излучения на развитие растений // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – Т. 37, № 3. – С. 312–319.
7. Ольховский Г.П., Тибилев С.М. Составление специализированной геологической основы масштаба 1:50000 для прогнозно-металлогенетической карты горной Осетии: Отчёт о НИР, 2006/ Министерство природных ресурсов РФ; Госкомнедра РСО-Алания; Северо-Осетинское горно-геологическое предприятие. – Владикавказ, 2006. – Т. 5. – Лист 1, 40.
8. Оценка генотоксичности окружающей среды урбанизированных территорий с использованием древесно-моховых консорциев (на примере г. Ростова-на-Дону) / Г.В. Омельченко, Е.И. Шиманская, Е.А. Бураева, А.К. Шерстнев, В.А. Чохели, А.А. Выходина, Т.В. Вардуни, В.А. Серда // Экология и промышленность России. – 2012. – № 11. – С. 51–55.
9. Оценка генотоксичности окружающей среды г. Ростова-на-Дону с использованием растительных и батериальных тест-систем / Т.В. Омельченко, З.С. Кхаб, А.К. Шерстнев, М.А. Сазыкина, Т.В. Вардуни, Е.И. Шиманская // Экология урбанизированных территорий. – 2011. – № 3. – С. 94–101.
10. Серебряный А.М., Морозова И.С., Зоз Н.Н. К природе адаптивного ответа у растений // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1994. – Т. 34, Вып. 6. – С. 818–826.
11. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 251с.
12. Методология оценки генотоксичности факторов окружающей среды с использованием растительных объектов / Е.И. Шиманская, О.А. Бессонов, И.А. Горлачев, Г.В. Омельченко, В.А. Чохели, Т.В. Вардуни // Валеология. – 2010. – № 2. – С. 40–43.
13. Биотестирование технических вод нефтегазовых месторождений с использованием цитогенетических показателей растений / Е.И. Шиманская, Т.В. Вардуни, В.Н. Прокофьев, А.К. Шерстнев, Г.В. Омельченко, И.А. Горлачев // Изв-

стия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 2. – С. 51–53.

14. Шиманская Е.И., Симонович Е.И. К вопросу о влиянии источников ионизирующего излучения на содержание тиреотропных гормонов у жителей Ростовской области // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 3. – С. 130–131.

#### References

1. Vjuhina A.A., Omelchenko G.V., Shimanskaya E.I., Chokheli V.A., Varduny T.V. Application of Biotesting Methods for Indicating Patterns of Phenotypic Variation and Cytogenetic Changes Plants-Indicators Depending on the Extent of Tectonic Dislocation of Growth Zone // Higher Education Institutions. The North Caucasus region. Series of natural sciences. 2013. no. 1. pp. 45–51.
2. Dubinin N.P., Pashin U.V. The mutagenesis and the environment. Moscow: Science, 1971. 183 p.
3. Kutinov Y.G., Chistova Z.B., Belyaev V.V., Burlakov P.S. The Northern part of the Russian plate: effects of the tectonic structures on the environment (case study for Arkhangelsk region) // Herald of Kamchatka regional association of «Educational Scientific Center». Series Earth Sciences. 2009. Vol. 14, no. 2. pp. 77–89.
4. Mashkina O.S., Kalaev V.N., Muraya L.S., Lelikova E.S. Cytogenetic response of seed progeny of scots pine to combined anthropogenic pollution in the area of Novolipetsk metallurgical combine // Ecological Genetics.
5. Mitrophanov U.A. Radio-sensitivity of cells on different stages of mitotic cycle // Progress of modern genetics. Moscow: Science, 1969. pp. 125–160.
6. Narimanov A.A., Koristov U.N. Stimulating action of small doses of ionizing radiation on plants development // Radiation biology. Radioecology. 1997. Vol. 37, no. 3. pp. 312–319.
7. Olhovskij G.P., Tibilov S.M. Mapping of a specialized geological foundation scaled 1:50000 for the forecasting metallogenic map of the mountainous Ossetia: scientific report/ Ministry of Natural Resources of Russian Federation; Goscommedra RNO-Alania; North-Ossetian mining and geological enterprise. Vladikavkaz, 2006, Vol.5, pp. 1, 40.
8. Omelchenko G.V., Shimanskaya E.I., Burayeva E.A., Sherstnev A.K., Chokheli V.A., Vjuhina A.A., Varduni T.V., Sereda V.A. Assessment of genotoxicity of urbanized lands environment (by example of Rostov-on-Don) // Ecology and Industry of Russia. 2012. no. 11. pp. 51–55.
9. Omelchenko G.V., Khub Z.S., Sherstnev A.K., Sazykina M.A., Varduny T.V., Shimanskaya E.I. Environmental assessment of the genotoxicity of Rostov-on-Don with the use of plant and bacterial test systems // Ecology of urbanized areas. 2011. no. 3. pp. 94–101.
10. Serebrjanni A.M., Morozova I.S., Zoz N.N. To the character of the adaptive response of plants // Radiation biology. Radioecology. 1994. Vol. 34, no. 6. pp. 818–826.
11. Syvorotkin V.L. The deep Earth degassing and global disasters. Moscow: ООО «Геоинформцентр», 2002. 251p.
12. Shimanskaya E.I., Bessonov O.A., Gorlachev I.A., Omelchenko G.V., Chokheli V.A., Varduny T.V. Methodology of environmental factors genotoxicity estimation with the usage of plant objects // Valueology. 2010. no. 2. pp. 40–43.
13. Shimanskaya E.I., Varduny T.V., Prokofiev V.N., Sherstnev A.K., Omelchenko G.V., Gorlachev I.A. Biotesting of technical water of oil and gas fields with using of cytogenetic results of plants // Higher Education Institutions. The North Caucasus region. Series of natural sciences. 2011. no. 2. pp. 51–53.
14. Shimanskaya E. I., Simonovich E.I. To the question of effect of ionizing radiation sources on the content of thyrotropic hormones in residents of Rostov region // The successes modern natural science. 2013. no. 3. pp. 130–131.

#### Рецензенты:

Демина О.Н., д.б.н., директор Ботанического сада ЮФУ, г. Ростов-на-Дону;  
Шкурат Т.П., д.б.н., директор Научно-исследовательского института биологии ЮФУ, г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 16.05.2013.