

trematodes at all stages of development. Significant differences in the infestation of males and females were not registered. The author marked the influence of trematode invasion on the content of carotenoids. The infected individuals of both sexes in spring as well as in summer showed a higher content of carotenoids than uninfected ones. The *V. viviparus* population of the Malaya Kokshaga River was dominated by one year's age individuals with a shell height of 18,0–25,9 mm. The sex structure of the *V. viviparus* population of the Malaya Kokshaga River was stable for the whole period of the research. The predominance of males or females in the population is insignificant. There are no significant differences in the number and biomass of *V. viviparus* over the years.

Keywords: Republic of Mari El; Malaya Kokshaga River; Yoshkar-Ola; mollusks; gastropods; *Viviparus viviparus*; number; biomass; sexual structure of population; males; females; age structure of population; larval stages of trematodes; intermediate hosts; infestation; carotenoid pigments.

УДК 581.5

Статья поступила в редакцию 30.12.2017

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ГОРЫ КУЗНЕЦОВА

© 2018

Головлёв Алексей Алексеевич, доктор географических наук, профессор кафедры мировой экономики Самарский государственный экономический университет (г. Самара, Российская Федерация)

Макарова Юлия Владимировна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии, ботаники и охраны природы

Прохорова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии, ботаники и охраны природы Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (г. Самара, Российская Федерация)

Аннотация. По продолжительности вегетации на горе Кузнецова выявлены летнезеленые (216 видов, 80,9%), летне-зимнезеленые (44 вида, 16,5%), вечнозеленые, весеннезеленые, весенне-раннезеленые (по 2 вида, по 0,7%), летнезеленые или летне-зимнезеленые сосудистые растения (1 вид, 0,4%). По способу опыления преобладают энтомофильные растения (206 видов, 77,1%). Также встречаются анемофилы (40 видов, 15,0%), самоопылители (3 вида, 1,1%) и виды, сочетающие энтомофилию с самоопылением (8 видов, 3,0%), энтомофилию с анемофилией (1 вид, 0,4%). По способу распространения семян и плодов виды образуют следующий убывающий ряд: диплохоры и полихоры (79 видов, 29,6%) > баллисты, анемохоры (по 55 видов, по 20,6%) > зоохоры (31 вид, 11,6%) > барохоры (29 видов, 10,8%) > автомеханохоры (8 видов, 3,0%) > гидрохоры (1 вид, 0,4%). Среди ценоморф преобладают силванты (75 видов, 28,1%), пратанты (48 видов, 18,0%) и рудеранты (46 видов, 17,2%), среди трофоморф – мезотрофы (154 вида, 57,7%), среди гигроморф – мезофиты (98 видов, 36,8%) и ксеромезофиты (58 видов, 21,7%), среди гелиоморф – гелиофиты (152 вида, 56,9%) и сциогелиофиты (66 видов, 24,7%), среди термоморф – мезотермы (195 видов, 73,0%).

Ключевые слова: флора; сосудистые растения; сезонный ритм развития; феноритмотип; опыление; диссеминация; биоэкологический анализ; эколого-фитоценотический анализ; экоморфа; ценоморфа; трофоморфа; гигроморфа; гелиоморфа; термоморфа; гора Кузнецова; Соколы горы.

Введение

До настоящего времени Кузнецова гора представляла собой «белое пятно» применительно к флоре сосудистых растений. Впервые флора горы Кузнецова была изучена в 2015–2017 гг. в рамках многолетних работ, осуществляемых авторами в Сокольных горах. В результате была охарактеризована не только таксономическая и биоморфологическая структура флоры сосудистых растений, но и проведена ее биоэкологический анализ.

Методика исследования

Полевыми (маршрутными) исследованиями были охвачены все основные элементы рельефа горы Кузнецова (склоны разной крутизны и экспозиции, овраги). Собранный гербарный материал определялся в камеральный период. Латинские названия таксонов в статье даны по П.Ф. Маевскому [1], а сведения о видах – по работам В.В. Тарасова [2], Н.М. Матвеева [3], Л.П. Рысина [4] и Н.С. Ракова с соавт. [5; 6].

Результаты исследования и их обсуждение

По сезонному ритму развития сосудистые растения горы Кузнецова относятся к 6 феноритмотипам:

вечнозеленые, летне-зимнезеленые, летнезеленые, весеннезеленые, весенне-раннезеленые, летнезеленые или летне-зимнезеленые. Многообразие видов растений по срокам вегетации разобщает их онтогенетические циклы и позволяет полнее использовать ресурсы среды в фитоценозах [7; 8].

Вечнозелеными растениями считаются виды, листья которых живут более 14 месяцев [9]. На горе Кузнецова к ним относятся *Pinus sylvestris* L. и *Equisetum hyemale* L., составляющие 0,7% от состава изучаемой флоры.

Летне-зимнезеленые растения Кузнецовой горы несут листву в течение всего года, но, в отличие от вечнозеленых растений, развивают две генерации листьев. Листья первой генерации разворачиваются весной и начинают отмирать в середине лета. Листья второй генерации образуются обычно после конца цветения и живут до весны, перезимовывая под снегом. Отмирание листьев второй генерации начинается после начала разворачивания листьев весенней генерации [9]. Летне-зимнезелеными являются 44 вида (16,5%), в том числе: *Asarum europaeum* L., *Chelidonium majus* L., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Stellaria holostea* L., *Medicago falcata* L., некоторые

виды клевера (*Trifolium montanum* L., *T. pratense* L., *T. repens* L.) и лапчатки (*Potentilla argentea* L., *P. recta* L.), *Viola arvensis* Murr., *Hypericum hirsutum* L., *Geum urbanum* L., *Rubus caesius* L., *Lavatera thuringiaca* L., *Glechoma hederacea* L., *Nepeta pannonica* L. и др. Среди летне-зимнезеленых растений встречаются все жизненные формы, кроме деревьев.

Летнезеленые растения представлены древесными и полудревесными листопадными видами [*Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Viburnum opulus* L., *Euonymus verrucosa* Scop., *Crataegus volgensis* Pojark., *Pyrus communis* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. и др.], а также травянистыми видами с полностью отмирающими на зиму побегами [*Aconitum septentrionale* Koelle, *Filipendula vulgaris* Moench, *Actaea spicata* L., *Ranunculus acris* L., *Persicaria maculosa* Gray, *Rumex confertus* Willd., *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Geranium pratense* L., *Aquilegia vulgaris* L. и др.]. Однако у одних видов травянистых летнезеленых растений наблюдается одна генерация листьев, которые к зиме отмирают. У других видов таких генераций две: первая – в мае, вторая – в начале августа, вследствие чего листья уходят под снег зелеными и постепенно отмирают в течение зимы. К летнезеленым растениям горы Кузнецова принадлежат 216 видов (80,9%).

Весеннезеленые растения – это многолетние травы *Corydalis solida* (L.) Clairv. и *Anemone ranunculoides* L., для которых характерны осенне-зимне-весенняя вегетация и летний покой. У весенне-ранне-летнезеленых *Anemone altaica* Fisch. ex C.A. Mey. и *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil. вегетация захватывает начало лета. На долю весеннезеленых и весенне-ранне-летнезеленых растений горы Кузнецова приходится по 0,7% от состава изучаемой флоры.

Один вид (0,4%) – *Viola arvensis* Murr. – имеет смешанный феноритмотип и, в зависимости от складывающихся метеоусловий, представляет собой летнезеленое или летне-зимнезеленое растение.

Для реализации жизненной стратегии вида чрезвычайно важно, чтобы условия местообитания способствовали процессу опыления, ведущего к образованию полноценных плодов и семян [10; 11]. Наиболее эффективным способом опыления растений на лесных территориях является энтомофилия. Именно поэтому абсолютное большинство видов, обнаруженных на горе Кузнецова, опыляется насекомыми (206 видов, 77,1%). В их числе: *Hieracium virosus* Pallas, *Inula britannica* L., *Lapsana communis* L., *Tanacetum corymbosum* (L.) Sch. Bip., *Echium vulgare* L., *Glechoma hederacea* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Hyoscyamus niger* L., *Melampyrum argyrocotum* Fisch. ex Steud., *Plantago major* L., *Acinos arvensis* L., *Lycopus europaeus* L., *Galium aparine* L., *Vincetoxicum hirundinaria* Medik., *Veratrum lobelianum* Bernh. и др. Некоторые растения сочетают энтомофилию с самоопылением: *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Stellaria holostea* L., *S. media* (L.) Vill., *Viola tricolor* L., *Lithospermum officinale* L., *Symphytum officinale* L., *Stachys sylvatica* L., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce (8 видов, 3,0%).

К растениям-анемофилам относятся 40 видов (15,0%): *Rumex confertus* Willd., *Amaranthus retroflexus* L., *Atriplex patula* L., *Typha latifolia* L., *Juncus gerardii* Loisel., осоки *Carex contigua* Hoppe, *C. muricata*

L., *C. pediformis* C.A. Mey., *C. pilosa* Scop., злаки *Agrostis capillaris* L., *Alopecurus pratensis* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *B. sylvaticum* (Huds.) Beauv., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Melica nutans* L. и др. *Plantago media* L. – энтомофильно-анемофильный вид (0,4%), а *Viola mirabilis* L., *Polygonum aviculare* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. (1,1%) – виды-самоопылители.

Споровыми сосудистыми растениями являются 9 видов (3,4%): *Equisetum arvense* L., *E. hyemale* L., *E. pratense* Ehrh., *Matteuccia struthiopteris* (L.) Todaro, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs, *D. filix-mas* (L.) Schott, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn s.l.

Способ распространения семян и плодов определяет скорость расселения вида и долю его участия в сложении флоры той или иной территории [12; 13; 14]. По этому признаку ведущее положение во флоре горы Кузнецова занимают диплохорные и полихорные виды. К диплохорным и полихорным сосудистым растениям относится 79 видов, или 29,6% от общего числа выявленных видов. Второе место делят баллисты, разбрасывающие диаспоры в разные стороны благодаря раскачиванию своих морфологических частей сторонними агентами (ветром, животными), и анемохоры, диаспоры которых обеспечены специальными приспособлениями (крылатками, волосками), облегчающими их распространение ветром (по 55 видов, по 20,6%). Распространяемые животными зоохоры занимают третье место (31 вид, 11,6%). На четвертом месте находятся барохоры, диаспоры которых пассивно осыпаются под тяжестью собственного веса (29 видов, 10,8%). Представленность во флоре автомеханохоров (их семена активно разбрасываются с помощью особых биологических механизмов) и гидрохоров (их семена разносятся водой) незначительная (8 видов /3,0% и 1 вид /0,4% соответственно).

Роль разных групп видов, связанных в природе с определенными типами растительности, выявляется посредством эколого-фитоценологического, или экоморфного анализа флоры [15]. Для лесостепной зоны А.Л. Бельгард [16], М.А. Альбицкая [17] и Н.М. Матвеев [3; 18] предлагают выделять ценоморфы – группы видов по их экологическому оптимуму в биотопе сообществ. Во флоре горы Кузнецова из ценоморф преобладают сивльванты (75 видов, 28,1%). Их биоценологический оптимум находится в биотопе климаксовых лесных сообществ. Доля участия пратантов, степантов и палюдантов заметно меньше: соответственно 48 видов (18,0%), 18 видов (6,7%) и 2 вида (0,7%). Сивльванты, пратанты, степанты и палюданты демонстрируют наличие на изучаемой территории не только лесных, но и луговых, степных и болотных фитоценозов, а также их фрагментов на прогалинах, полянах, опушках и просеках.

Флора горы Кузнецова характеризуется довольно высокой представленностью рудерантов (46 видов, 17,2%) и переходно-сорных видов (пратанты-рудеранты, сивльванты-рудеранты, степанты-рудеранты – в совокупности 65 видов, или 24,4%), приуроченных к антропогенным и в различной степени нарушенным лесным, луговым и степным фитоценозам. Данное обстоятельство указывает на значительную антропогенную трансформацию растительного покрова

исследуемой территории. Здесь также встречаются виды-культуранты, целенаправленно разводимые человеком в декоративных и хозяйственных целях, а затем дичающие: *Acer negundo* L., *Ulmus pumila* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *F. pennsylvanica* Marsh., *Pyrus communis* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Aquilegia vulgaris* L., *Linum usitatissimum* L., *Solidago canadensis* L., *Echinocystis lobata* Torr. et A. Gray, *Helianthus tuberosus* L., *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Medicago sativa* L. На долю рудеральных, переходно-сорных и дичающих из культуры видов приходится 46,5% от состава изучаемой флоры.

При исследовании флоры большое значение имеют экологические свойства видов, в частности, их потребность в питательных веществах почвы, увлажнении, инсоляции и тепле [19; 20]. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что в почвенном покрове горы Кузнецова встречаются участки с малоплодородными, бедными по содержанию питательных элементов почвами каменистых обнажений (они оптимальны для развития видов олиготрофов), а также с богатыми питательными элементами среднесуглинистыми, тяжелосуглинистыми и глинистыми почвами (они оптимальны для мегатрофов). Вместе с тем значительная представленность во флоре мезотрофов (154 вида, 57,7%) указывает на преобладание на Кузнецовой горе среднеплодородных почв. Два вида (*Melampyrum argyrcotum* Fisch. ex Steud., *M. arvense* L.) являются полупаразитами, получающими необходимые для роста и развития воду и питательные вещества не из почвы, а из растения-хозяина.

На горе Кузнецова режим почвенного увлажнения колеблется от сухого до мокрого, о чем свидетельствуют обитающие здесь ксерофиты (14 видов, 5,2%) и ультрагигрофиты (2 вида, 0,7%). Доминирование мезофитов (98 видов, 36,8%) и ксеромезофитов (58 видов, 21,7%) говорит о преобладании местообитаний со свежим или свежеватым режимом почвенного увлажнения.

В составе гелиоморф на горе Кузнецова преобладают гелиофиты (152 вида, 56,9%) и сциогелиофиты (66 видов, 24,7%), приуроченные к участкам поверхности с осветленным и полусветленным световым режимом. Для травянистых растений такие местообитания находятся на открытых пространствах – полянах, опушках, просеках, а для древесных растений – еще и в разреженных лесных фитоценозах. Гелиосциофиты, для развития которых оптимальны полуплотнокронные насаждения полутеневого структуры (25 видов, 9,4%), и сциофиты – типичные обитатели плотнокронных лесов теневой структуры (24 вида, 9,0%), встречаются реже. Несмотря на значительную лесопокрываемость горы Кузнецова, невысокая представленность в структуре гелиоморф гелиосциофитов и сциофитов может свидетельствовать о том, что леса исследуемой территории находятся в стадии самоизреживания.

Экологический оптимум термоморф совпадает с климатическим поясом Земли, с которым связано их происхождение. Экоморфный анализ выявил на горе Кузнецова господство мезотермов (195 видов, 73,0%), эволюционно сформировавшихся в умеренном (суббореальном) климатическом поясе. Вместе с ними произрастают олиготермы, переселившиеся из

умеренно холодного (бореального) климатического пояса, и мегатермы, пришедшие из умеренно теплого (субтропического) климатического пояса. Олиготермами являются: *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill., *Populus tremula* L., *Padus avium* Mill., *Rubus idaeus* L., *Equisetum hyemale* L., *Ranunculus acris* L., *R. repens* L., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Geranium pratense* L., *Angelica sylvestris* L., *Heracleum sibiricum* L., *Carex muricata* L., *Melica nutans* L., *Milium effusum* L., *Prunella vulgaris* L., *Tussilago farfara* L., *Glechoma hederacea* L., *Veronica longifolia* L. и др., в общей сложности 43 вида, или 16,1%. К числу мегатермов относятся: *Chelidonium majus* L., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Anemone ranunculoides* L., *Consolida regalis* S.F. Gray, *Persicaria maculosa* Gray, *Rumex confertus* Willd., *Amaranthus retroflexus* L., *Kochia scoparia* L. (Schrad.), *Silene nutans* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Astragalus cicer* L., *A. glycyphyllos* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Potentilla argentea* L., *Humulus lupulus* L., *Bryonia alba* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Verbascum lychnitis* L. и пр., всего 29 видов, или 10,9%.

Выводы

Произведенные исследования позволили установить, что в составе флоры горы Кузнецова преобладают летнезеленые, энтомофильные, диплохорные и полихорные сосудистые растения. В составе экоморф доминируют силванты, мезотрофы, мезофиты, гелиофиты и мезотермы.

Список литературы:

1. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.
2. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Судинні рослини з їх біолого-екологічною характеристикою. Днепропетровск: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2005. 254 с.
3. Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны). Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. 311 с.
4. Рысин Л.П. Конспект лесной флоры средней полосы Русской равнины (сосудистые растения). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 177 с.
5. Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Сосудистые растения Белоярского леса (Ульяновское Заволжье): экологический аспект // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2013. Т. VII, № 2. С. 50–76.
6. Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Васюков В.М. Сосудистые растения Ульяновской области. Флора Волжского бассейна. Т. II. Тольятти: Касандра, 2014. 295 с.
7. Полевая геоботаника. Т 4 / под ред. А.А. Корчагина, Е.М. Лавренко, В.М. Понятовской. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1972. 335 с.
8. Карпионова Р.А. Травянистые растения широколиственных лесов СССР: Эколого-флористическая и интродукционная характеристика. М.: Наука, 1985. 206 с.
9. Терентьева Е.Ю. Методы феномониторинга: учеб.-метод. комплекс дисциплины. Лекции. Екатеринбург, 2008.
10. Демьянова Е.И. Антэкологія: учеб. посібник по спецкурсу. Пермь: Пермск. гос. ун-т, 2010. 116 с.

11. Онипченко В.Г. Функциональная фитоценология: Синэкология растений: учеб. пособие. М.: КРАСАНД, 2014. 576 с.
12. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений (обзор проблемы). М.: Наука, 1981. 96 с.
13. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. Л.: Наука, 1987. 160 с.
14. Марков М.В. Популяционная биология растений. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 387 с.
15. Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации. Брянск: Изд-во Брянск. гос. пед. ун-та, 1996. 104 с.
16. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1971. 336 с.
17. Альбицкая М.А. Основные закономерности формирования травяного покрова в искусственных лесах степной зоны УССР // Искусственные леса степной зоны Украины. Харьков: Изд-во Харьковск. гос. ун-та, 1960. С. 155–208.
18. Матвеев Н.М. Основы степного лесоведения профессора А.Л. Бельгарда и их современная интерпретация: учеб. пособие. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2012. 128 с.
19. Горышина Т.К., Антонова И.С., Самойлов Ю.И. Практикум по экологии растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1992. 140 с.
20. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / Л.А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова [и др.]; под общ. ред. проф. Л.А. Жуковой. Йошкар-Ола: Марийск. гос. ун-т, 2010. 368 с.

BIOECOLOGICAL ANALYSIS OF MOUNTAIN KUZNETSOV VASCULAR PLANTS

© 2018

Golovlyov Aleksey Alekseevich, doctor of geographical sciences, professor of World Economy Department
Samara State University of Economics (Samara, Russian Federation)
Makarova Yulia Vladimirovna, candidate of biological sciences,
senior lecturer of Ecology, Botany and Nature Protection Department
Prokhorova Nataliya Vladimirovna, doctor of biological sciences,
professor of Ecology, Botany and Nature Protection Department
Samara National Research University (Samara, Russian Federation)

Abstract. According to the vegetation duration the vascular plants grow on Kuznetsov Mountain form such groups as: summer vegetative species (216 species, 80,9%), summer-winter-green species (44 species, 16,5%), evergreen, spring-green, spring-early-summer-green (2 species, 0,7% each) and summer-green or summer-winter-green vascular plants (1 species, 0,4%). Depending on the pollination ways the entomophilic plants prevail (206 species, 77,1%), whereas anemophiles (40 species, 15,0%), self-pollinated (3 species, 1,1%) and species combining entomophilia with self-pollination (8 species, 3,0%), entomophilia with anemophilia (1 species, 0,4% %) are also presented. According to spreading seeds ways the species form the following descending series: diplochories and polychories (79 species, 29,6%) > ballists, anemochores (55 species, 20,6% each) > zoochores (31 species, 11,6%) > barochores (29 species, 10,8%) > automechanochores (8 species, 3,0%) > hydrochores (1 species, 0,4%). Depending on the ecomorph structure of vegetation, the cenomorphs descending row includes: silvants (75 species, 28,1%), prantants (48 species, 18,0%) and ruderals (46 species, 17,2%), the same for trophomorphs – mesotrophs (154 species, 57,7%), among the hygromorphs – mesophytes (98 species, 36,8%) and xeromesophytes (58 species, 21,7%), among heliomorphs – heliophytes (152 species, 56,9%) and scioheliophytes (66 species, 24,7%), among the thermomorphs – mesotherms (195 species, 73,0%).

Keywords: flora; vascular plants; seasonal rhythm of development; pheno-rhythm type; pollination; dissemination; bioecological analysis; ecological-phytocenotic analysis; ecomorph; cenomorph; trophomorph; hygromorph; heliomorph; thermomorph; Mountain Kuznetsov; Sokolii Mountains.

УДК 574.346:574.2:612.11

Статья поступила в редакцию 08.12.2017

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ПРОЖИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАЗЛИЧНОЙ ДОЗОВОЙ НАГРУЗКОЙ

© 2018

Джамбаев Мерей Тлеуканович, аспирант отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов
Барановская Наталья Владимировна, доктор биологических наук,
профессор отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск, Российская Федерация)
Липихина Александра Викторовна, кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник научного отдела
*Научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии
(г. Семей, Восточно-Казахстанская область, Республика Казахстан)*

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности накопления химических элементов в крови населения, проживающего на территориях, прилегающих к бывшему Семипалатинскому испытательному ядерному полигону. Исследуемые территории в результате ранее проведенных радиоэкологических исследований законодательством Республики Казахстан отнесены к разным зонам радиационного риска. В качестве