

К ОЦЕНКЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ОКСКО-ДОНСКОЙ РАВНИНЫ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ МЕЖДУРЕЧЬЯ РЕК САВАЛА И ЕЛАНЬ

В. А. Агафонов, В. В. Негробов, Б. И. Кузнецов, И. В. Мозолевский

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 30.06.2016 г.

Аннотация. Приводится оценка современного состояния естественного растительного покрова луговых степей и лугов на территории междуречья рек Савала и Елань. Отмечается, что в результате долговременного интенсивного сельскохозяйственного использования территории произошла сильная фрагментация естественного растительного покрова междуречья. Представлены исследования динамики растительного покрова на основании разновременных космоснимков и расчета вегетационного индекса NDVI. Проведенные исследования показали, что природный потенциал растительного покрова еще не исчерпан.

Ключевые слова: растительный покров, степи, луга, антропогенная трансформация, современное состояние, NDVI, космические снимки.

Abstract. The evaluation of the current state of the natural vegetation of meadow steppes and meadows in the territory between the rivers Zavala and Elan. It is noted that as a result of long-term intensive agricultural use of the area there was a strong fragmentation of natural vegetation between the rivers. Presents the study of the dynamics of vegetation on the basis of multi-temporal satellite images and calculating the vegetation index NDVI. Studies have shown that the natural potential vegetation is not yet exhausted.

Keywords: vegetation, grasslands, meadows, anthropogenic transformation, current status, the NDVI, satellite images.

Растительный покров междуречья средних рек Савалы и Елани располагается в пределах юго-восточной части Окско-Донской низменной равнины, для которой характерны такие геоморфологические особенности как почти плоская поверхность, слабо расчлененная балками и оврагами, абсолютные высоты водоразделов составляют 150-180 м [1].

В геологическом отношении равнина представляет собой широкий прогиб между Среднерусской антеклизой и Приволжским поднятием [2]. На протяжении длительного геологического времени она являлась областью аккумуляции морских, аллювиально-озерных неогеновых и аллювиально-флювиогляциальных и ледниковых четвертичных отложений.

Климат исследованной территории умеренно-континентальный. Гидротермический коэффициент территории 0,9 – 1,0, продолжительность безморозного периода 233 дня. Сумма температур воздуха за период с температурой выше + 10⁰ С составляет 2800, что позволяет выращивать на данной территории кукурузу, свеклу, подсолнечник и целый ряд иных культур [3, 4].

Характерной особенностью почвенного покрова является абсолютное преобладание почв черноземного типа. Доминирующее положение принадлежит лугово-черноземным, в том числе солонцевато-засоленным, черноземно-луговым почвам и черноземам, важным условием формирования которых являются гидротермические условия умеренного континентального климата, промывной режим с максимальным количеством осадков в весенне-летний период [5, 6, 7].

© Агафонов В. А., Негробов В. В., Кузнецов Б. И., Мозолевский И. В., 2016

С рельефом местности, как правило, связаны изменения микроклиматических условий, почвенного и растительного покрова, особенности хозяйственного использования территории. При полном отсутствии кальцефильно-петрофитного компонента, в пределах равнины из естественных типов растительности здесь наиболее широкое распространение получили лугово-степные, луговые (и их экологические варианты), растительные комплексы, которые отчасти охраняются на территории Хоперского государственного заповедника, памятника природы Краснянская степь [8].

Согласно схеме комплексного ботанико-географического районирования европейской части СССР [9], растительный покров исследованной территории расположен на границе двух провинций и подпровинций Евразийской степной области: Среднерусской (Верхнедонской) подпровинции Восточноевропейской лесостепной провинции и Среднедонской подпровинции Причерноморской (Понтической) степной провинции. По характеру растительного покрова исследуемая территория принадлежит к Среднерусской (Верхнедонской) подпровинции.

По ботанико-географическому подразделению Воронежской области [10], исследуемая территория входит в Воронежский округ дубрав, лесостепного комплекса и дерновинно-разнотравных степей, для которого характерно сочетание сельскохозяйственных угодий, островных лесов, песчаных степей на надлуговых террасах и остатков разнотравно-типчачковых степей на водоразделах.

Согласно флористическому районированию Воронежской области [11], исследуемая территория входит, в основном, в состав Аннинско-Эртильского флористического района Окско-Донского флористического округа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалами для статьи послужили полевые исследования растительного покрова междуречья рек Савала и Елань. Нами были проанализированы доступные картографические и иные фондовые материалы, а также гербарные сборы с территории района исследований, хранящиеся в Гербариях Воронежского государственного университета (VOR), заповедника «Галичья гора» (VU). При планировании сети линейных маршрутов было предусмотрено посещение всех ландшафтно-геоморфологических единиц. Исследование растительного покрова проводилось

общепринятыми флористическими и геоботаническими методами. Сбор флористического материала проводился на маршрутах при рекогносцировочном обследовании территории и при выполнении опорных флористических и геоботанических описаний. В данной статье приводятся материалы исследования растительного покрова степей и лугов междуречья. Латинские названия растений приведены в соответствии с последним изданием «Определителя» П.Ф. Маевского [12].

Для изучения распределения и динамики растительного покрова применялся вегетационный индекс (NDVI) (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности, который вычисляется по формуле:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

где: NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра; RED – отражение в красной области спектра. Соответственно, плотность растительности (NDVI) в определенной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей. Анализ данных вегетационного индекса NDVI за определенный временной период позволяет сделать вывод о деградации растительного покрова или, наоборот, о процессах его восстановления [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Зональным типом степной растительности исследованной территории являются луговые степи, которые отличаются от настоящих дерновинно-злаковых степей присутствием в травостое помимо доминирующих ксерофильных дерновинных злаков типчака и ковылей значительной доли мезофильных и мезоксерофильных корневищных злаков и разнотравья. Основными эдификаторами и доминантами луговых степей, наряду с такими корневищными злаками, как *Bromopsis riparia*, *Poa angustifolia*, дерновинным типчаком *Festuca valesiaca* s. l., в доагрикультурный период были виды рода *Stipa*, из которых наиболее массовым являлся *S. pennata*. Наши исследования показали, что в лугово-степных сообществах на исследованной территории этот вид является доминантом или кодоминантом в травостое на довольно ограниченных по площади участках, уступая место более устойчивым к выпасу *Stipa capillata* и, особенно, *Festuca valesiaca*.

В настоящее время все местообитания лугово-степной растительности в пределах обследованной территории в наибольшей степени под-

вержены сильному антропогенному воздействию, большей частью коренным образом преобразованы. Наиболее плодородные земли водораздельных участков распаханы и используются для посева сельскохозяйственных культур или заняты садами и огородами. На участках с сохранившимся в той или иной мере естественным растительным покровом и окруженных пашнями, проводится выпас.

Все обследованные лугово-степные растительные сообщества по степени их трансформированности можно разделить на нетрансформированные (естественные, природные), слабо трансформированные с участием синантропных видов, средне трансформированные и существенно трансформированные, флористически сильно обедненные, унифицированные.

Наиболее ценными во флористическом и фитоценотическом отношении и приближающимися к исходным луговым степям, являются слабо трансформированные разнотравно-злаковые, злаково-разнотравные и разнотравно-типчачково-ковыльные и ковыльные сообщества. Проективное покрытие травостоя в таких сообществах составляет 70-100%, численность видов на 1 м² в среднем – 25-30, иногда достигает 40 и более видов. В травостое из злаков встречаются, охраняемые на региональном и федеральном уровнях, далеко не повсеместные и в настоящее время охраняемые *Stipa lessingiana*, *S. pennata*. Обильны и нередко выступают как доминанты и кодоминанты в сообществах *Koeleria cristata*, *Poa angustifolia*, *Elytrigia intermedia*, *Festuca valesiaca*, *Bromopsis riparia*. Из бобовых в таких лугово-степных сообществах характерны *Medicago falcata*, *Trifolium montanum*, *Oxytropis pilosa*, *Astragalus onobrychis*, *A. austriacus*. Из представителей других семейств следует особо отметить такие растения, как *Adonis vernalis*, *A. volgensis*, *Campanula stevenii*, *Hyacinthella leucophaea*, *Aster amelloides* и ряд иных, ставших редкими, лугово-степных видов.

Согласно нашим исследованиям, большинство степных сообществ на исследованной территории находится на так называемой типчачковой стадии пастбищной дигрессии. Одним из основных доминантов в таких сообществах выступает *Festuca valesiaca*, нередко в кодоминанты выходит *Artemisia austriaca*. На степных участках развиваются разнотравно-типчачковые, разнотравно-полынно-типчачковые, разнотравно-полынно-типчачковые, типчачковые и типчачковые сообщества. С возрастом

пастбищной нагрузки, травостой в таких сообществах становится изреженным, снижается его продуктивность, широко распространяются виды, успешно переносящие выпас, одновременно угнетаются и вовсе выпадают из травостоя антропофобные представители флоры, что приводит к ее унификации. Флора обогащается также рядом многолетних и однолетних, антропофильных, сорно-рудеральных видов (*Cirsium arvense*, *Bromus squarrosus*, *Setaria pumila*, *Polygonum aviculare* и др.). На сравнительно небольших участках встречаются фитоценозы с доминированием *Stipa capillata* и *Calamagrostis epigeios*, которые чередуются с пырейно-разнотравными сообществами с доминированием далеко не повсеместного в области *Elytrigia lolioides* и довольно обычного *Elytrigia repens*, небольшие фрагменты разнотравно-кострецовых, кострецово-разнотравных сообществ с доминированием *Bromopsis riparia*.

На исследованной территории растительный покров степей представляет собой мозаичный комплекс лугово-степных сообществ и их псаммофитных и гемипсаммофитных вариантов, индицирующих легкий (песчаный, супесчаный) механический состав почв. В травостое таких сообществ нередко такие виды как *Hieracium echinoides*, *Chondrilla graminea*, *Gypsophila paniculata*, *Jurinea cyanoides*, *Herniaria polygama*, *Trifolium arvense*, *Helichrysum arenarium*, *Artemisia austriaca*, *Kochia laniflora*, *Seseli tortuosum*. Из злаков в сообществах встречаются *Stipa pennata*, *S. capillata*, *Cleistogenes squarrosa* и более многочисленные *Elytrigia lolioides*, *E. repens*, *Hierochloa repens*, *Poa bulbosa* проективное покрытие которых иногда достигает 5 %. На сильно сбитых участках из злаков обычны виды родов *Setaria*, *Eragrostis*.

На небольших участках в число доминантов выходят *Agropyron pectinatum*, иногда *A. lavrenkoanum*, формирующие разнотравно-житняковые житняково-разнотравные сообщества, общее проективное покрытие которых достигает 60 %. До 30-50 % проективного покрытия приходится на житняки, с которыми в травостое встречаются такие злаки как *Koeleria cristata*, *Bromopsis riparia*, значительно более редкие *Stipa capillata*, *S. pennata*, бобовые – *Medicago falcata*, *Onobrychis arenaria*, из разнотравья довольно обычны *Potentilla argentea*, *Helichrysum arenarium*, *Inula britannica*, *Galium verum*.

Нередко при сильной антропогенной нагрузке по выложенным склонам и тальвегам степных балок встречаются почти чистые пятна *Urtica*

dioica, *Carduus acanthoides* и группировки иных однолетних сорно-рудеральных видов.

В целом естественные лугово-степные растительные сообщества занимают несопоставимо малую часть в сравнении с агроценозами. Флористический состав и структура исследованных степных растительных сообществ соответствуют стадиям пастбищной дигрессии среднего и сильного сбоя. На нераспаханных участках близ населенных пунктов формируются сорно-рудеральные фитоценозы в которых вместо типичных для данных местообитаний доминирующих в травостое злаков (*Stipa pennata*, *S. capillata*, *Festuca valesiaca*, *Bromopsis inermis*, *B. riparia*, *Poa angustifolia* и др.) доминантами и содоминантами выступают *Polygonum aviculare*, *Artemisia absinthium*, *Cyclachaena xanthiifolia*.

В долинах рек Елани и Савалы получили распространение луга, развивающиеся в пойме и на надпойменных террасах. В число факторов, определяющих характер флоры и растительности лугов, помимо антропогенного воздействия входят особенности рельефа и почв. Растительный покров лугов в силу длительного воздействия на него распашки, пастбы скота, сенокосения повсеместно несет черты трансформации. Растительность лугов Елани и Савалы представлена разнотравно-злаковыми, злаково-разнотравными и почти чистыми злаковыми сообществами. В

число доминантов мезофитных луговых фитоценозов из злаков входят *Bromopsis inermis*, *Elytrigia repens*, *Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*. Из разнотравья встречаются как луговые, так и прибрежно-лугово-болотные растения: *Achillea salicifolia*, *A. millefolium*, *Cirsium arvense*, *Ranunculus repens*, *Rumex confertus*, *Plantago major*, *Geranium pratense*, *Sanquisorba officinalis* и др. На засоленных участках лугов обильны такие факультативные и облигатные галофиты как *Cirsium canum*, *Geranium collinum*, *Plantago cornuti*, *Silaum silaus*, нередко в сообществах доминируют галофильные злаки *Alopecurus arundinaceus*, *Festuca arundinacea*, *Puccinellia bilykiana*. Отметим, что на внепойменных участках встречаются солонцовые комплексы где среди слабогалофильных разнотравно-узколистномятливо-типчачковых сообществ, встречаются солонцовые пятна с доминированием облигатных галофитов *Artemisia santonica*, *Festuca valesiaca* или *Puccinellia bilykiana*. В составе флоры таких растительных сообществ совокупность галофитов и гликофитов как *Odontites serotina*, *Bassia sedoides*, *Orthantha lutea*, *Limonium tomentellum*, *Psammophiliella muralis*, *Artemisia austriaca*, *Inula britannica*.

На заболоченных участках поймы, вдоль русел рек повышается роль гигромезофильного злака *Agrostis stolonifera*, обширные площади занимают заросли *Phragmites australis*, *P. altissimus*,

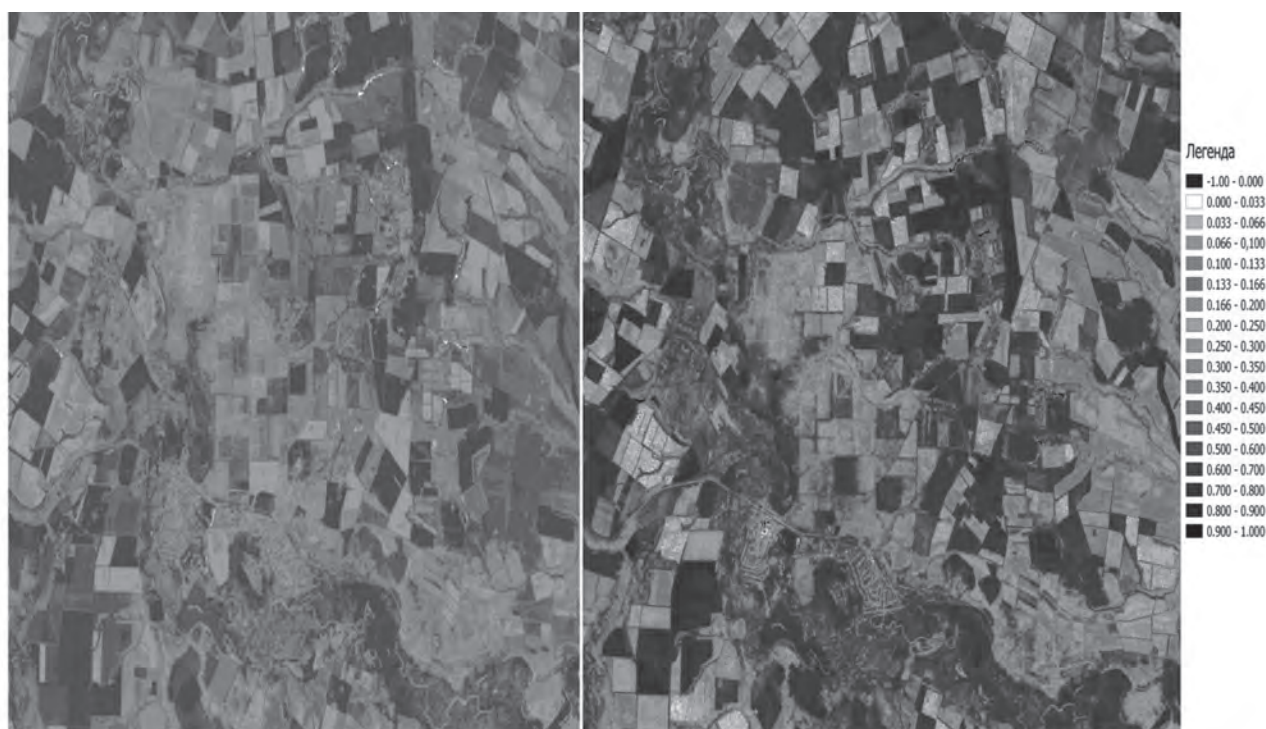


Рис. 1. Карта ВИ NDVI (слева - 11 июля 2015г, справа - 15 июля 2011г).

местами формируются сообщества с доминированием рогозов *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, встречаются заросли *Scirpus lacustris*, *S. tabernaemontanii*, и осок (*Carex riparia*, *C. vesicaria*, *C. nigra* и др.). Нередки ивняки из *Salix viminalis*, *S. triandra*, *S. pentandra*, *S. cinerea*.

Несмотря на общую картину сильной фрагментации естественного растительного покрова, сопровождающуюся обеднением и унификацией флоры, фитобиота территории междуречья все еще богата редкими и охраняемыми на федеральном и региональном уровнях видами [14,15], в числе которых наряду с представителями степной флоры (*Astragalus asper*, *Centaurea ruthenica*, *Chamaecytisus austriacus*, виды рода *Stipa*, *Iris aphylla*, и др.) существенна галофильная компонента (*Iris halophila*, *Senecio paucifolius*, *Astragalus sulcatus*, *Limonium tomentellum*, *Macroselinum latifolium*, *Chartolepis intermedia*, *Elytrigia pontica*, *Rhaponticum serratuloides* и др.).

Визуальное изучение существующего геоэкологического состояния района исследования по современным спутниковым изображениям говорит о незначительных изменениях в растительном покрове.

Анализируя классифицированные изображения космических снимков Landsat-5TM и Landsat 8 OLI за 2011 и 2015 гг. с использованием ВИ NDVI (Рис. 1), можно сделать следующие выводы:

- в середине июня 2011 г. среднее значение индекса составляет 0,40-0,45, в 2015 значение индекса NDVI незначительно снижается 0,35-0,40;
- количество паровых полей не изменилось;
- в 2015 году наблюдается незначительное (<0,1) уменьшение величины ВИ NDVI в агроценозах, и, как следствие, их продуктивность меньше, чем 2011г;
- уменьшения участков с естественной растительностью не наблюдается, однако величина ВИ NDVI в 2015 году незначительно ниже (<0,1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования растительного покрова, проведенные на территориях междуречья рек Савала и Елань показали, что интенсивное сельскохозяйственное использование земель привело к сильной фрагментации естественного растительного покрова территории. Участки сохранившейся естественной растительности, не сопоставимые по площади с агроценозами, используются в качестве пастбищ, сенокосов, представляют собой

неудобья на солонцовых комплексах и заболоченных участках пойм рек Елань и Савала. Близ населенных пунктов в растительном покрове особенно ощутимы следы деградации растительных сообществ.

В настоящее время местообитания зональной лугово-степной растительности на исследованной территории в наибольшей степени подвержены антропогенному воздействию и большей частью коренным образом преобразованы. Наиболее ценными во флористическом и фитоценотическом отношении и приближающимися к исходным луговым степям, являются слабо трансформированные разнотравно-злаковые, злаково-разнотравные и разнотравно-типчачково-ковыльные и ковыльные сообщества, которые составляют в настоящее время мизерную долю зональной степной растительности междуречья. Большая часть растительных сообществ луговых степей находится на различных стадиях пастбищной дигрессии, что сопровождается обеднением их видового состава, высокой долей участия в их сложении сбойных антропохорных видов, увеличением разреженности травостоя в связи с падением проективного покрытия.

Растительный покров лугов исследованной территории, также в силу длительного воздействия на него пастьбы скота, сенокосения, повсеместно несет черты трансформации. Особенности рельефа, сложная комплексная природа почвенного покрова обуславливают развитие мозаики тесно соседствующих степных и луговых, галофильных и псаммофильных растительных сообществ, связанных между собой переходами.

Несмотря на все негативные тенденции, наблюдающиеся в растительном покрове, его природный потенциал еще не исчерпан, о чем свидетельствует наличие в составе растительных сообществ антропофобного комплекса редких и охраняемых видов.

Проведенные исследования с использованием методов, основанных на учете различий в спектральном отражении разных каналов оптического диапазона, свидетельствуют о том, что исследуемая территория за 5 лет не претерпела критических изменений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физико-географическое районирование центрально-черноземных областей / Под ред. Ф.Н. Милькова. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1961. — 262 с.

2. Раскатов Г.И. Геоморфология и неотектоника территории Воронежской антеклизы / Г.И. Раскатов. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1969. — 164 с.
3. Агроклиматические ресурсы Центрально-Черноземных, Орловской и Липецкой областей. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — 119 с.
4. Атлас Воронежской области. — Воронеж, 1994. — 48 с.
5. Ахтырцев А.Б. Гидроморфные почвы и переувлажненные земли лесостепи Русской равнины / А.Б. Ахтырцев. — Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2003. — 224 с.
6. Ахтырцев А.Б. Почвенные комплексы Окско-Донской низменности / А.Б. Ахтырцев // Изв. Воронеж. отд-ния Геогр. о-ва СССР. — 1962. — Вып.4. — С. 161-167.
7. Окско-Донское плоскогорье / Под ред. Ф.Н. Милькова. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. — 174 с.
8. Кадастр особо охраняемых природных территорий Воронежской области / О.П. Негробов [и др.]. — Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2001. — 146 с.
9. Исаченко Т.И. Ботанико-географическое районирование // Растительность европейской части СССР / Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. — Л., 1980. — С. 10 - 20.
10. Камышев Н.С. Растительный покров Воронежской области и его охрана / Н.С. Камышев, К.Ф. Хмелев. — Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1976. — 184 с.
11. Агафонов В.А. Степные, кальцефильные, псаммофильные и галофильные эколого-флористические комплексы бассейна Среднего Дона: их происхождение и охрана / В.А. Агафонов. — Воронеж: Воронежский госуниверситет, 2006. — 250 с.
12. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. — 635 с.
13. Мячина К.В. Анализ космических изображений с расчетом NDVI для изучения динамики ландшафтного покрова территории нефтяного месторождения в Оренбургской области / К.В. Мячина // Известия ОГАУ. 2013. №4 (42). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-kosmicheskikh-izobrazheniy-s-raschetom-ndvi-dlya-izucheniya-dinamiki-landshaftnogo-pokrova-territorii-neftyanogo> (дата обращения: 03.07.2016).
14. Красная книга Воронежской области: в 2 т. / Науч. ред. В.А. Агафонов. — Т.1: Растения. Лишайники. Грибы. — Воронеж: МОДЭК, 2011. — 472 с.
15. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. — 855 с.

*Воронежский государственный университет
Агафонов В. А., зав. кафедрой ботаники и микологии;
Тел. (4732) 208-837
E-mail: agaphonov@mail.ru*

*Негробов В. В., доцент кафедры ботаники и микологии
Тел. (4732) 208-837
E-mail: negrobov@mail.ru*

Кузнецов Б. И., младший научный сотрудник фармацевтического факультета

*Мозолевский И. В., аспирант кафедры экологии и земельных ресурсов В
Тел. (473) 2208-265
E-mail: devyatova@bio.vsu.ru;*

*Voronezh State University
Agafonov V. A., head of the department of Botany and Mycology
Ph.: (4732) 208-837
E-mail: agaphonov@mail.ru*

*Negrobov V. V., the senior lecturer of the department of Botany and Mycology
Ph.: (4732) 208-837
E-mail: negrobov@mail.ru*

Kuznetsov B. I., junior research assistant of pharmaceutical faculty

*Mozolevsky I. V., post-graduate of the Ecology and Land Resources Department
Ph.: (473) 2208-265
E-mail: devyatova@bio.vsu.ru.*