

ЖИЗНЕННОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ КАК СОВОКУПНЫЙ ПРИЗНАК ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ И ЗАГОРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИХОПЕРЬЯ

VITALITY OF WOODY PLANTS AS THE AGGREGATE BASIS OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF URBAN AND SUBURBAN ECOSYSTEMS OF THE KHOPYOR RIVER REGION

T. Gromova
I. Siraeva
A. Ermolenko
N. Larionov
M. Larionov
V. Soldatova
E. Kulagina
A. Yaitsky

Summary. This article presents the results of studies of the vitality of woody plants in functionally different territories of the Khopyor River Region (for example, municipal districts of the Voronezh and Saratov regions). For this purpose, a wide list of parameters of the development and state of this group of organisms in the composition of different ecosystems by origin and economic orientation was recorded and analyzed. Among suburban areas, the most alarming is the vital condition of woody plants within the forest areas of operational use, especially in the Gribovsky, Povorino, Borisoglebsk districts of the Voronezh region, in the Arkadak, Balashov districts of the Saratov region. Among urbanized areas, woody plants in ecosystems created within transport, industrial, and municipal storage zones are the most weakened. These are the General identified trends in the state and environmental sustainability of representatives of the analyzed group of plants in both regions of the Khopyor River Region. Obtained and analyzed values of the vitality of woody plants made it possible to identify the levels of economic and human activity — from high in the index of the vitality of these organisms 50–69% to low level when the vitality of 86–100%. According to the parameters of plant vitality, one can fairly objectively judge the criteria for environmental comfort of the population's habitat in various territories of the Khopyor River Region. Information about the vital state of woody plants in various types of ecosystems can be used as a basis for work in the framework of: permanent monitoring of their condition, biological productivity and sustainability; evaluating the effectiveness of measures for the reconstruction of landscaping compositions;

Громова Татьяна Сергеевна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского»
gromova.tatiana2015@rambler.ru

Сираева Ирина Салаватовна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского»
irina.siraeva@mail.ru

Ермоленко Анна Сергеевна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского»
berestnevaanna@mail.ru

Ларионов Николай Викторович

К.б.н., директор, МБОУ «Котельниковская средняя
общеобразовательная школа № 2»
Inv0001@yandex.ru

Ларионов Максим Викторович

Д.б.н., профессор, Балашовский институт
(филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского»
m.larionow2014@yandex.ru

Солдатова Валерия Викторовна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского»
valeria.soldatova@yandex.ru

Кулагина Екатерина Юрьевна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Владимирский
государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
kylaginaek@mail.ru

Яицкий Андрей Степанович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный социально-педагогический
университет»
yaitsky@pgsga.ru

Аннотация. В данной статье приводятся результаты исследований жизненности древесных растений на функционально различных территориях Прихоперья (на примере муниципальных районов Воронежской и Саратовской областей). Для этого фиксировался и анализировался широкий перечень параметров развития и состояния этой группы организмов в составе различных по происхождению и хозяйственной ориентации экосистем. Среди

analyzing and justifying work to optimize the composition and structures of artificial and natural-economic ecosystems; developing a strategy for quality management of such ecosystems in landscape planning, aesthetic and environmental terms.

Keywords: woody plants; living conditions; ecosystems of functionally different territories; levels of economic and anthropogenic loads; areas of environmental stress.

загородных территорий наибольшую тревогу вызывает жизненное состояние древесных растений в пределах лесных массивов эксплуатационного назначения, особенно в Грибановском, Поворинском, Борисоглебском районах Воронежского региона, в Аркадакском, Балашовском районах Саратовского региона. В числе урбанизированных территорий максимально ослабленными являются древесные растения в составе экосистем, созданных в пределах транспортных, промышленных и коммунально-складских зон. Это общие выявленные тренды состояния и экологической устойчивости представителей проанализированной группы растений в обоих регионах Прихоперья. Полученные и проанализированные значения жизненного состояния древесных растений позволили дифференцировать уровни хозяйственно-антропогенных нагрузок — от высокого при значениях индекса жизненного состояния этих организмов 50–69% до слабого уровня при жизненности 86–100%. По параметрам жизненности растений можно достаточно объективно судить о критериях экологической комфортности среды обитания населения на различных территориях Прихоперья. Сведения о жизненном состоянии древесных растений в различных типах экосистем могут быть положены в основу работ в рамках: перманентного мониторинга за их состоянием, биопродуктивностью и устойчивостью; оценки эффективности мер по реконструкции озеленительных композиций; анализа и обоснования работ по оптимизации состава и структур искусственных и природно-хозяйственных экосистем; выработке стратегии качественного управления такими экосистемами в ландшафтно-планировочном, эстетическом и экологическом смыслах.

Ключевые слова: древесные растения; жизненное состояние; экосистемы функционально различных территорий; уровни хозяйственно-антропогенных нагрузок; участки экологической напряженности.

Введение

Покомпонентный анализ экологического состояния экосистем подтвердил свою целесообразность и сохраняет актуальность в настоящий период времени, что отмечается в нашей стране [1; 2] и за рубежом [3–5]. Экосистемы представляют основные лабильные, индикаторные и в то же время весьма уязвимые структурные, функциональные и индикаторные единицы природно-территориальных комплексов с учетом современных экологических проблем и техногенных угроз [6; 7].

Древесные растения относятся к числу важнейших продуцентных компонентов биоты, отражают современные структурно-функциональные и природно-климатические особенности развития экосистем и ландшафтов [8], а также состояние и экологическую устойчивость различных функционально организованных природно-технических систем [9]. В растительных сообществах со сложной вертикальной структурой с участием древесных растений последние зачастую выступают в роли инженеров [10], в определенной степени влияя на видовое разнообразие представителей других ярусов фитоценозов, на параметры первичной продукции

и на другие трофические и биогеохимические процессы в занимаемых экологических системах.

Эта группа растений предоставляют биотические условия для многочисленных экотопов и составляют основу экологических ниш для выживания, выработки адаптивных стратегий и реализации определенных частей или целых жизненных циклов значительного числа организмов — представителей различных систематических и экологических групп, для поддержания биологического и генетического разнообразия организмов в масштабах как отдельных древесных растений, так и природных и культурных фитоценозов в целом [11; 12]. Состав и состояние древесных растений являются объективными экологическими характеристиками статических и динамических процессов, эмерджентности, биоэнергетического баланса и совместной эволюции как природных, так и антропогенно трансформированных экосистем и ландшафтов.

В природно-хозяйственных и искусственно созданных экосистемах древесные растения также сохраняют свои природные качества, в том числе эколого-защитного плана. Они обеспечивают ландшафтно-планировочные, эстетические и важные хозяйственные функции,

создают условия для благоприятного восприятия населением застроенных территорий.

С планировочной точки зрения древостои представляют обязательные части застраиваемых и благоустраиваемых населенных территорий. Они являются средством экологического благоустройства населенных пунктов и их окрестностей, образуют основу экокаркасов во всех функциональных зонах и на территориях размещения аграрных угодий. Большое значение заключается в себе необходимость в анализе состояния древесных растений как в самих городах и крупных поселках — важнейших источниках экологической напряженности в Прихоперье, так и на загородных территориях. Причем целесообразно исследовать и анализировать экологическое состояние и жизнеспособность этих организмов в ближней пригородной зоне, представленной природными и природно-хозяйственными экосистемами с активной природопользовательской деятельностью и в дальней пригородной зоне, составленной преимущественно естественными экологическими системами с различным характером и с различающейся интенсивностью природопользования.

Жизненное состояние (ЖС) древесных растений представляет собой совокупный признак — «меру устойчивости» к факторам неблагоприятия для их роста и развития, реализации биоценотических функций среды обитания [13]. Показатели ЖС демонстрируют пределы приспособленности и жизнеспособности этих организмов в данной стадии индивидуального развития (в период наблюдений и фиксации соответствующих нарушений) в результате естественных и антропогенных причин [14–16], что является ключевой экологической характеристикой древесных растений как в природных, так и в антропогенно трансформированных условиях существования. По итогам комплексного изучения диагностических критериев древесных растений, определяющего конкретные значения ЖС, можно идентифицировать и анализировать специфику и варьирование биоценотических связей в разных типах природных, природно-хозяйственных и полностью рукотворных экосистем.

Выявление особенностей индивидуального развития древесных растений посредством многолетних исследований комплекса признаков в структуре ЖС позволяет достоверно оценивать экологическое состояние окружающей среды, идентифицировать и диагностировать тренды изменения ее качества на различных территориях. Соответственно, одно из главных преимуществ изучения экологического состояния древесных растений, как на видовом (организменном), так и на групповом (многовидовом, ценотическом) уровнях, заключается в получении возможности анализа и прогнозирования

изменений в образуемых ими экосистемах, в биокосных и косных компонентах природной и антропогенно преобразованной среды.

Данный эколого-диагностический признак демонстрирует ведущие направления и принципиальные особенности, с одной стороны, комплексного воздействия антропогенных факторов, с другой — специфику и меру «культурности» градопланировочных и пригородных структур. Фактическое ЖС древесных растений тесно связано с показателями их декоративности, защитными, рекреационными и социальными ролями в составе городских и пригородных экосистем.

В связи с процессами урбанизации, рурбанизации, реурбанизации, сложности и разнонаправленности хозяйственной эксплуатации на различных территориях Прихоперья, на первый план в данном субрегионе выступают необходимость установления состояния эколого-диагностических показателей экосистем, к которым, безусловно, принадлежит жизненное состояние растений, и потребность в ранжировании уровней антропогенной нагрузки. Учитывая умеренную континентальность климата и равнинный характер рельефа, развитость транспортной системы, представляется возможным оценить состояние, жизнеспособность и устойчивость древесных растений в достаточно широком территориальном аспекте. Это актуальное направление экологических исследований для рассматриваемого субрегиона.

Методы исследований

Ослабление надземных органов древесных растений служит совокупным эколого-диагностическим критерием их жизненного состояния и надежным показателем лимитирования жизнеспособности в соответствующих экологических условиях местообитаний. В ходе работы в каждом административном районе (усредненные данные по ним приводятся далее на рисунках 1, 2) выполнено определение особенностей развития, габитуса, в том числе протяженности и развитости крон, выявление и анализ уровней угнетения по параметрам дефолиации, дехромации крон, состоянию коры, стволов и ветвей, специфике и показателям повреждения и усыхания листьев и побегов древесных растений (*Acer platanoides* L., *A. tataricum* L., *A. ginnala* Maxim., *Sorbus aucuparia* L., *Fraxinus excelsior* L., *Betula pendula* Roth, *B. alba* L., *Malus silvestris* (L.) Mill., *M. baccata* (L.) Borkh., *Quercus robur* L., *Populus berolinensis* Dipp., *P. balsamifera* L., *P. nigra* L., *Salix alba* L., *S. fragilis* L., *S. triandra* L., *S. pentandra* L., *Pinus silvestris* L., *Thuja occidentalis* L., *Picea abies* (L.) Karst., *P. canadensis* Britt., *P. pungens* Engelm., *Cerasus fruticosa* Pall., *C. vulgaris* Mill., *Prunus spinosa* L., *P. domestica* L., *Padus avium* Mill.,

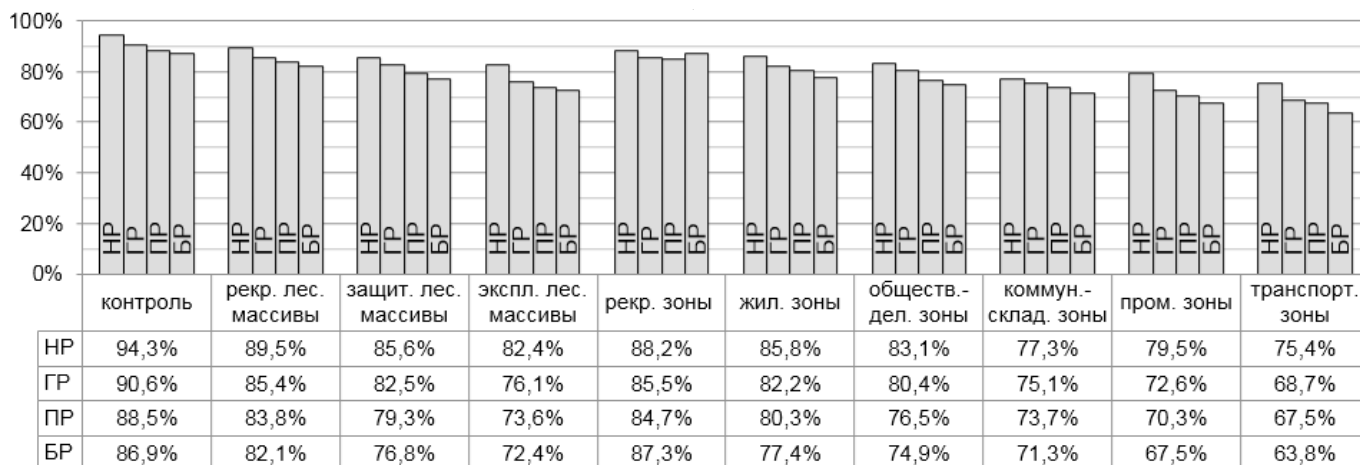


Рис. 1. Значения жизненности древесных растений в экологических системах Воронежского Прихоперья. НР — Новохоперский район, ГР — Грибановский район, ПР — Поворинский район, БР — Борисоглебский район.

Tilia cordata Mill., *T. platyphyllos* Scop., *Ulmus laevis* Pall., *U. minor* Mill., *U. pumila* L., *Aesculus hippocastanum* L.), находящиеся в среднегенеративной стадии онтогенеза. Для получения дополнительной информации исследовались и интерпретировались показатели жизненности у познегенеративных (старогенеративных), субсенильных и сенильных древесных растений. В исследованиях за основу использован комплексный подход в выборе и реализации методик определения жизненного состояния и жизнеспособности [17; 18] в модифицированном виде [13; 19; 20]. Ранжирование состояния растительных организмов осуществлено в процентных долях по среднеарифметическим данным, которые получены в статистически достоверном диапазоне — 95%. Обследования древостоев, установление и фиксация параметров состояния проводились дифференцированно целевым категориям лесов и функциональному зонированию населенных пунктов, согласно местным материалам лесоустройства и территориального планирования административных районов, в том числе генеральных планов.

Результаты исследований

В городах и поселках Прихоперья экосистемы с участием древесных растений преимущественно представлены насаждениями — зелеными зонами различного назначения, а также природно-хозяйственными образованиями — в различной степени преобразованными растительными сообществами под нужды градостроительства и народного хозяйства. Они испытывают непосредственное воздействие со стороны урбано-хозяйственно-техногенных комплексов. Сообщества естественного происхождения — луговые, лугоstepные, пойменно-лесные — составляют в основном незначительные площади и также подвержены хозяй-

ственной эксплуатации. Как правило, это территории, примыкающие к рекреационным, водохозяйственным, лесохозяйственным, сельскохозяйственным объектам, дачным поселкам и частным домовладениям на окраинных территориях населенных пунктов. Антропогенные нагрузки здесь обуславливаются соответствующими видами деятельности населения.

Пригородные территории в Прихоперье представлены природными сообществами в разной мере сохранности, природно-хозяйственными (частями речных акваторий, озерами водохозяйственного, рыбопромыслового, рыбовоспроизводственного и рекреационного назначения, лесопарками, естественными и восстановленными лесными массивами хозяйственного значения, степными экосистемами, остепненными лугами и лесными опушками, используемыми для выпаса скота, сенокосов, отдыха, сбора ягод, грибов, лекарственных и красивоцветущих растений) и искусственными экосистемами (лесонасаждениями для рекреационных, защитных, эксплуатационных целей, лесополосами, прудами, поливными и оросительными каналами, частными и общественными садами, полевыми угодьями). Это относится в основном к так называемым ближним пригородным зонам.

Дальние (от городских поселений) пригородные территории, которые уместно именовать все-таки загородными, представлены большей частью полевыми агроценозами. Некоторое значение для частных крестьянско-фермерских хозяйств имеют пастбища и сенокосы, концентрирующиеся в особенности вблизи сел. Площади, покрытые лесами, пойменными лугами, старицами и болотами, в меньшей мере используются в хозяйственных целях. Поэтому пригородные лесные со-

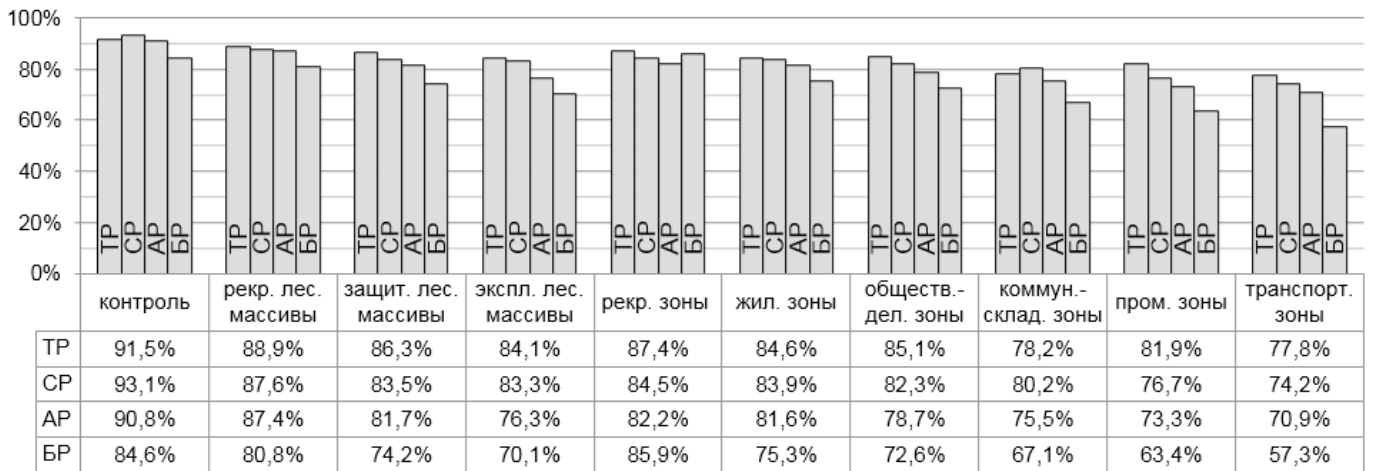


Рис. 2. Значения жизненности древесных растений в экологических системах Саратовского Прихоперья. ТР — Турковский район, СР — Самойловский район, АР — Аркадакский район, БР — Балашовский район.

общества с высокой степенью сохранности, удаленные от городских поселений — районных центров, выбраны и использованы в качестве контрольных зон в рамках данной работы.

В центрах муниципальных районов Воронежской и Саратовской областей, относящихся к субрегиону Прихоперья, исследования жизненности древесных растений осуществлялось в пределах транспортных, промышленных, коммунально-складских, общественно-деловых, жилых и рекреационных зон. В пригородных районах экологические исследования проводились в лесных массивах рекреационного, защитного, эксплуатационного назначений. Исследования состояния этой группы растений выполнялись в течение 2011–2019 гг.

Среднеарифметические значения индекса ЖС древесных растений муниципальных районов Воронежского региона представлены в форме гистограммы на рисунке 1. Эти значения сгруппированы по соответствующим территориальным объектам.

В среднем высшие значения индекса ЖС выявлены у древесных растений, произрастающих на удаленных от районных центров территориях (контрольные участки). Они составляют $94,3 \pm 2,4\%$ (Новохоперский район), $90,6 \pm 2,3\%$ (Грибановский район), $88,5 \pm 2,4\%$ (Поворинский район) и $86,9 \pm 2,5\%$ (Борисоглебский район). Далее (по убывающей) следуют пригородные рекреационные (ЖС древесных растений снижается по административным территориям от $89,5 \pm 2,5\%$ в Новохоперском районе до $82,1 \pm 2,2\%$ в Борисоглебском районе) и природоохранные леса (соответственно, от $85,6 \pm 2,4\%$ в Новохоперском районе до $76,8 \pm 2,3\%$ в Борисоглебском

районе). В экосистемах загородных территорий минимальные значения ЖС соответствуют анализируемой группе организмов, места обитания которых приурочены к эксплуатируемым лесным массивам: $82,4 \pm 1,9\%$ в Новохоперском районе, $76,1 \pm 2,0\%$ в Грибановском районе, $73,6 \pm 2,2\%$ в Поворинском районе, $72,4 \pm 2,3\%$ в Борисоглебском районе. Кроме контрольных участков, наилучшие показатели ЖС отличаются древесные растения, произрастающие в составе экосистем лесов рекреационного значения в Новохоперском, Грибановском муниципальных районах, лесов защитного назначения в первом из двух указанных административных территориальных единиц.

В условиях урбозем максимальные среднестатистические показатели жизненности характерны для древесных растений в зонах рекреации: $88,2 \pm 2,6\%$ (Новохоперск), $85,5 \pm 2,5\%$ (Грибановский), $84,7 \pm 2,7\%$ (Поворино) и $87,3 \pm 2,8\%$ (Борисоглебск). К ним приближены средние значения ЖС древесных растений в сообществах жилых зон, кроме Борисоглебска (где индекс ЖС составляет $75,3 \pm 2,6\%$): $85,8 \pm 2,8\%$ в Новохоперске, $82,2 \pm 2,6\%$ в Грибановском и $80,3 \pm 2,7\%$ в Поворино), а также на территориях общественно-деловых объектов Новохоперска ($83,1 \pm 2,6$), Грибановского ($80,4 \pm 2,7\%$). Минимальные среднестатистические показатели ЖС определены у представителей анализируемой группы организмов в транспортных зонах этих поселений: $75,4 \pm 2,5\%$ (Новохоперск); $68,7 \pm 2,5\%$ (Грибановский)); $67,5 \pm 2,8\%$ (Поворино); $63,8 \pm 2,9\%$ (Борисоглебск). Также признаки ослабления очевидны у древесных растений, растущих в промышленных и коммунально-складских зонах. А в городах Поворино и Борисоглебск это обстоятельство еще характерно для общественно-деловых зон

(76,5 ± 2,7%; 74,9 ± 3,2%), в Борисоглебске — также для зон жилой застройки (77,4 ± 2,9%).

В Саратовском Прихопerry за период исследований также определены средние арифметические значения ЖС древесных растений, произрастающих в составе экосистем на разных территориях. Результаты приведены далее на рисунке 2.

Представленные графически на рисунке результаты исследования жизнестойкости древесных растений, произрастающих в составе разных экосистем Саратовского Прихопerry, также (как в предыдущем случае) показывают некоторый разброс средних арифметических значений данного комплексного эколого-диагностического критерия состояния и устойчивости этих организмов и образуемых ими сообществ. Это касается как экологических систем на загородных территориях, так и экосистем самих урбанизированных территорий.

Наилучшие параметры ЖС установлены у древесных растений, произрастающих в относительно сохранившихся сообществах и при минимальной антропогенной нагрузке и, соответственно, выбранных для контрольного определения диагностируемых экологических критериев: 91,5 ± 2,1% (Турковский район); 93,1 ± 2,3% (Самойловский район); 90,8 ± 2,2% (Аркадакский район); 84,6 ± 2,1% (Балашовский район). Также приближены к когорте с максимальными среднеарифметическими значениями ЖС рассматриваемые растения, места произрастания которых располагаются в рекреационных лесных массивах ближней пригородной зоны Турковского (88,9 ± 2,2%), Самойловского (87,6 ± 2,0%), Аркадакского (87,4 ± 2,3%) муниципальных районов и, в свою очередь, в лесах защитного значения на загородной территории Турковского района (86,3 ± 2,1%). Минимальные параметры жизнестойкости характерны для древесных растений, обитающих на участках эксплуатационных лесных массивов. Наихудшая ситуация при этом в Аркадакском (индекс ЖС = 76,3 ± 2,3%) и Балашовском (индекс ЖС = 70,1 ± 2,2%) районах.

В пределах районных центров Саратовского Прихопerry максимальные средние арифметические показатели ЖС характерны для древесных растений в рекреационных территориях: 87,4 ± 2,3% в Турках; 84,5 ± 2,1% в Самойловке; 82,2 ± 2,4% в Аркадаке; 85,9 ± 2,7% в Балашове. К ним приближены анализируемые эколого-диагностические параметры растений в жилых зонах Турковского (84,6 ± 2,2%), Самойловского (83,9 ± 2,3%) и Аркадакского (81,6 ± 2,8) районов (за исключением Балашовского района, где ЖС древесных растений составляет в среднем 75,3 ± 2,7%), в общественно-деловых зонах Турковского (85,1 ± 2,3), Самойловского (82,3 ± 2,2%) районов, на коммунально-складских территориях

Самойловского района (80,2 ± 2,5%) и в промзонах Турковского района (81,9 ± 2,3%). Минимальные средневзвешенные значения индекса ЖС установлены для древесных растений, произрастающих в составе экосистем транспортных зон (значения эколого-диагностических параметров представлены в таком же порядке): 77,8 ± 2,3%; 74,2 ± 2,1%; 70,9 ± 2,7%; 57,3 ± 2,5%. Ближним к ним жизненным состоянием обладают растения рассматриваемой группы в промзонах Самойловки (76,7 ± 2,3%), Аркадака (73,3 ± 2,5%), Балашова (63,4 ± 2,6), а также коммунально-складских территорий Турков (78,2 ± 2,2%), Аркадака (75,5 ± 2,4%), Балашова (67,1 ± 2,7%). Несколько ослабленными также являются древесные растения и в общественно-деловых зонах Аркадака (78,7 ± 3,1%), Балашова (72,6 ± 2,8%) и в жилых массивах последнего указанного города (75,3 ± 2,5%).

Таким образом, наилучшие показатели жизнестойкости древесных растений по анализируемым территориальным объектам установлены у древесных растений в Новохоперском районе, характеризующимся минимальным хозяйственно-техносферным потенциалом. Худшие значения состояния этих организмов выявлены в Борисоглебском районе с наиболее развитым транспортно-производственно-хозяйственным комплексом среди муниципальных районов Воронежского Прихопerry. Промежуточное положение по значениям данного экологического показателя занимают Грибановский и Поворинский районы.

В Саратовском Прихопerry наибольшими среднестатистическими значениями ЖС характеризуются древесные растения, входящие в состав экосистем Турковского района в пределах аналогичных территориальных объектов. Наоборот, самые малые средние арифметические данные о состоянии древесных растений отмечены в Балашовском районе. Анализ результатов также выявил промежуточное положение Самойловского и Аркадакского районов Саратовской области по состоянию древесных растений на их территориях.

В обоих регионах у познегенеративных, субсенильных и сенильных древесных растений параметры ЖС варьировались от ослабленного до сильно ослабленного. Максимальные значения ослабления зафиксированы в транспортных, промышленных и коммунально-складских функциональных зонах.

Полученные и обработанные результаты жизнестойкости полезно использовать в качестве основы комплексной биоиндикации в рамках государственного экологического мониторинга и планируемых программ экологических изысканий в строительстве и реконструкции различных объектов. Выявление зон наибольшей экологической напряженности посредством опреде-

ления показателей ЖС древесных растений, во многом заключающих в себе фитоценотический облик местных экосистем, позволяет уделить более пристальное внимание природозащитным мерам и дифференцировать их с учетом природно-климатических, функциональных и экологических особенностей. Также полученные сведения о ЖС древесных растений необходимы в работах по ландшафтному планированию урбанизированных и загородных территорий, что будет способствовать более широкому территориальному охвату природоохранной и природовосстановительной деятельности в Прихоперье.

Заключение

Наилучшей жизненностью обладают древесные растения, произрастающие в составе природных лесных экосистем (контрольные зоны). Это подтвердило первоначальное предположение о низких антропогенных нагрузках в удаленных от городских поселений (городов и поселков), согласно местным материалам территориального планирования, территориях. Загородные лесные сообщества обладают лучшими показателями сохранности и экологической устойчивости. Они обладают качествами природно-экологических каркасов как для соседних наземных (полей, огородов, пастбищ, сенокосов) и водных (прудов, каналов) агросистем, так и для самих элементарных ландшафтов, придавая им свойства устойчивости.

Среди территориальных объектов, включенных в программу исследований, наилучшими показателями ЖС характеризуются древесные растения в рекреационных лесных массивах (пригородные зоны), экосистемах рекреационных зон городских поселений районного значения. Этому способствует, во-первых, общий относительно минимальный хозяйственно-антропогенный прессинг, во-вторых, — выполняемые работы по благоустройству и уходу за древостоями. В то же время логично отметить, что они все же недостаточны, т.к. индексы ЖС древесных растений на этих функциональных территориях во всех муниципальных районах Прихоперья составили в среднем ниже 90%. Также они достоверно ниже значений аналогичного эколого-диагностического показателя растений в пригородных рекреационных объектах.

Относительно высокими параметрами ЖС обладают рассматриваемые растения в жилых зонах, что, в общем, объясняется низкими урбано-техногенными нагрузками на озелененные территории жилых зон. По остальным функциональным зонам наметился некоторый разброс в среднеарифметических значениях, связанный, с одной стороны, с мощностью техногенно-хозяйственного давления на древостои, с другой — с эффективностью

мероприятий по уходу за зелеными насаждениями в соответствующих функциональных зонах. Тем не менее очевидно, что в пределах транспортных, коммунально-складских и промышленных зон уровни техногенных нагрузок существенно выше в сравнении с другими функциональными зонами, что продемонстрировано среднезвешенными показателями жизненности древесных растений.

Согласно визуальным обследованиям древесных растений и мест их произрастания, с учетом близости расположения главных источников загрязнения (образующихся в местах сбора и хранения отходов, расположения шиномонтажей, автомастерских, торговых и деловых организаций, предприятий, котельных, автотранспорта), характера и интенсивности природопользования и, самое важное, на основе анализа результатов уровни хозяйственно-антропогенных нагрузок дифференцируются таким образом: высокая нагрузка — при значениях индекса ЖС древесных растений от 50 до 69%, повышенная — при значениях данного диагностического параметра от 70 до 79%, средняя — от 80 до 85%, слабая (низкая) — индекс ЖС данной группы организмов от 86 до 100%. Вследствие того, что ЖС является комплексным показателем состояния и устойчивости древесных растений, по нему можно судить о состоянии древесных насаждений и, следовательно, в целом, образуемых ими сообществ. Кроме этого, комплекс учтенных показателей сохранности и состояния древостоев демонстрирует степени ослабления и, как следствие, уровни хозяйственно-антропогенного давления на экосистемы и окружающую среду.

Особенно важно в практическом отношении, что установленные значения жизненности древесных растений, произрастающих на загородных и урбанизированных территориях, представляют существенный объем современных научных сведений о состоянии и устойчивости образуемых ими растительных сообществ и о качестве окружающей среды на значительном пространстве Прихоперья. Эти сведения полезно использовать в разработке комплексной, системной деятельности по лесовосстановлению, лесопатологическому и экологическому мониторингу, приданию лесным массивам разных целевых категорий природоохранных качеств с учетом выявленных участков с наибольшими значениями экологического напряжения, специфики местных ландшафтно-климатических и лесорастительных условий. Параметры ЖС древесных растений представляют первостепенную значимость в оценке экологической устойчивости и ресурсных свойств зеленых насаждений в городах и поселках района исследований. Данные эколого-диагностические показатели рассмотренной группы растений рекомендуем положить в основу экологического мониторинга за состоянием и устойчивостью

урбоэкосистем на принципах постоянства наблюдений и широкого территориального охвата в муниципальных образованиях Воронежской и Саратовской областей.

Перманентный мониторинг ЖС древесных растений на функционально и экологически различных территориях позволяют оценивать эффективность санитарно-экологического благоустройства, правильность и достаточность ухода за насаждениями и агротехнических приемов в современных городах и поселках Прихоперья. Кроме этого, показатели ЖС данной группы организмов предоставляют возможность наметить ключевые направления по конструированию новых городских экосистем, по реконструкции и оптимизации состава и структур имеющихся урбоэкосистем в соответствии

с экологическими, природно-климатическими и функционально-планировочными особенностями местностей. В свою очередь проекты по реконструкции и оптимизации состава таких экосистем посредством введения в озеленение видов древесных растений с наиболее высокими показателями жизнеспособности, состояния и устойчивости будут способствовать росту продуктивности и устойчивости растительных сообществ и общему оздоровлению экологической обстановки. То есть контроль озеленительных мероприятий, качества посадочного материала и мониторинг за состоянием древесных растений позволяет эффективно регулировать развитие искусственных экосистем и управлять качеством окружающей среды, что укладывается в требования устойчивого развития современных поселений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булгаков Н. Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды. Обзор существующих подходов // Успехи современной биологии. 2002. Т. 122, № 2. С. 115–135.
2. Стрельников В. В., Мельченко А. И. Экологический мониторинг: учебник. Краснодар: Юг, 2012. 372 с.
3. Дроздов Н. Н., Мяло Е. Г. Экосистемы мира. М.: АБФ, 1997. 340 с.
4. Schröpfer T., Menz S. Impact on Urban Ecosystems // Dense and Green Building Typologies. Singapore: Springer, 2019. P. 79–82.
5. Rendon P., Maes J., Erhard M., Burkhard B. Analysis of trends in mapping and assessment of ecosystem condition in Europe // International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management. 2019. Vol. 15 (1). P. 156–172.
6. Bhutekar D. D., Aher S. B. Biological monitoring of riverine ecosystem and its correlation with water quality // Bioscience Biotechnology Research Communications. 2019. Vol. 12 (1). P. 194–202.
7. Ларионов М. В. Теоретическая и прикладная экология: учеб. пособие для вузов. Саратов: Сарат. источ., 2019. 186 с.
8. Barron-Gafford G. A., Scott R. L., Jenerette G. D., Hamerlynck E. P., Huxman T. E. Landscape and environmental controls over leaf and ecosystem carbon dioxide fluxes under woody plant expansion // Journal of Ecology. 2013. Vol. 101 (6). P. 1471–1483.
9. Mateo R. G., Gaston A., Aroca-Fernandez M. J., Saura S., Garcia-Viñas J. I. Optimization of forest sampling strategies for woody plant species distribution modelling at the landscape scale // Forest Ecology and Management. 2019. Vol. 410. 104–113.
10. Agra H., Ne'eman G., Shachak M., Segoli M., Gabay O. Canopy structure of woody landscape modulators determines herbaceous species richness along a rainfall gradient // Plant Ecology. 2015. Vol. 216 (11). P. 1511–1522.
11. Brandle, J. R., Schoeneberger M. M. Working trees: Supporting agriculture and healthy landscapes // Journal of Tropical Forest Science. 2014. Vol. 26 (3). P. 305–308.
12. Medley K. E., Maingi J. K., Mutiti Ch. Conservation of Woody Plant Diversity in Kenya // Biodiversity and Conservation of Woody Plants. Dordrecht: Springer Link, 2017. P. 273–290.
13. Бебия С. М. Дифференциация деревьев в лесу, их классификация и определение жизненного состояния древостоев // Лесовед. 2000. № 4. С. 35–43.
14. Кавеленова Л. М. Экологические основы теории и практики системы фитомониторинга урбосреды в условиях лесостепи: дис. ... д-ра биол. наук. Самара, 2003. 399 с.
15. Леонова Н. А., Ильин В. Ю. Фитоиндикация загрязнений лесных экосистем // Нива Поволжья. 2017. № 1. С. 39–47.
16. Леонова Н. А. Десятилетняя динамика растительности памятника природы «Присурская дубрава» // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. 2006. № 5. С. 29–36.
17. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесовед. 1989. № 4. С. 51–57.
18. Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forest (методика ЕЭК ООН): инструкция Рослесхоза от 21.02.1995 г. М.: Изд-во Рослесхоза, 1995. 42 с.
19. Шихова Н. С. Оценка жизненного состояния древесных видов в условиях загрязнения среды // Тр. междунар. конф. по анат. и морфол. раст. СПб.: Диада, 1997. С. 332–333.
20. Шихова Н. С., Полякова Е. В. Оценка жизненного состояния и устойчивости видов в озеленении г. Владивостока // Бюллетень ГБС. 2003. Вып. 185. С. 14–27.

© Громова Татьяна Сергеевна (gromova.tatiana2015@rambler.ru), Сираева Ирина Салаватовна (irina.siraeva@mail.ru),
 Ермоленко Анна Сергеевна (berestnevaanna@mail.ru), Ларионов Николай Викторович (Inv0001@yandex.ru),
 Ларионов Максим Викторович (m.larionow2014@yandex.ru), Солдатова Валерия Викторовна (valeria.soldatova@yandex.ru),
 Кулагина Екатерина Юрьевна (kylaginaek@mail.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@pgsga.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»