

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ г. ВИТЕБСКА)

И.А. Литвенкова*, П.А. Галкин**, А.Н. Галкин*, А.С. Буко*

*Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

**Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов
медицинский университет»

Зеленые насаждения являются частью планировочной структуры города и одним из основных объектов экологического мониторинга. Они служат индикаторами состояния окружающей среды и позволяют определить, как и в какой мере сама среда сказывается на их состоянии.

Цель работы – оценить состояние древесной растительности в различных функциональных зонах Витебска.

Материал и методы. *В основу работы положены результаты исследований на территории города, проводимых авторами в 2017–2019 гг. Наблюдения осуществлялись в летне-осенний период на ключевых участках маршрутным методом. В пределах исследуемых участков определялся видовой состав древесных пород, оценивались их встречаемость и жизненное состояние.*

Результаты и их обсуждение. *Среди встречающихся на всех участках древесных растений выявлено восемь видов: ель европейская (*Picea abies*), береза повислая (*Betula pendula*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), черемуха обыкновенная (*Prunus padus*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), клен остролистный (*Acer platanoides*) и каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*). Причем в количественном отношении преимущественным распространением пользуются последние три вида, которые впоследствии и стали объектами для оценки экологического состояния древостоя на исследуемых участках. Сравнение рассчитанных коэффициентов состояния видов на участках наблюдений показало, что наиболее ослабленная древесная растительность произрастает на территориях с промышленным и коммунально-складским типом застройки, расположенных в окрестностях железнодорожного вокзала и предприятия по производству строительного кирпича и керамических труб ОАО «Керамика». Здесь в ослабленном состоянии находятся практически все исследуемые виды, но в то же время на участках с такими типами застройки, как с многоквартирной жилой и общественной с промышленными объектами, большинство из них относится к категории здоровых. При этом наилучшим жизненным состоянием характеризуются древесные насаждения парков и скверов Витебска.*

Заключение. *Состояние зеленых насаждений в Витебске подвержено существенным флуктуациям и зависит от принадлежности к определенным функциональным зонам города.*

Ключевые слова: *городская среда, функциональные зоны, древесные насаждения, видовой состав, жизненное состояние.*

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF WOODY VEGETATION IN THE CONDITIONS OF THE URBAN ENVIRONMENT (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF VITEBSK)

I.A. Litvenkova*, P.A. Galkin**, A.N. Galkin*, A.S. Buko*

*Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

**Education Establishment “Vitebsk State Order of Peoples’ Friendship Medical University”

Green spaces are part of the planning structure of the city and are one of the main objects of environmental monitoring. They serve as indicators of the state of the environment and allow you to determine how and to what extent the environment itself affects their condition.

The purpose of the work is to assess the state of woody vegetation in various functional areas of Vitebsk.

Material and methods. The work is based on the results of research on the territory of the city, conducted by the authors in 2017–2019. Observations were carried out in the summer-autumn period at key sites by the route method. Within the study areas, the species composition of tree species was identified, their occurrence and vital status were assessed.

Findings and their discussion. Among the woody plants found in all areas, eight species were identified: European spruce (*Picea abies*), drooping birch (*Betula pendula*), common ash (*Fraxinus excelsior*), common mountain ash (*Sorbus aucuparia*), bird cherry (*Prunus padus*), small-leaved linden (*Tilia cordata*), Norwegian maple (*Acer platanoides*) and horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*). Moreover, in quantitative terms, the last three species are predominantly spread, which later became objects for assessing the ecological state of the forest stand in the studied areas. Comparison of the calculated coefficients of the state of species in the observation sites showed that the most weakened woody vegetation grows in areas with industrial and communal-storage type of buildings located in the vicinity of the railway station and the building brick and ceramic pipes production company JSC “Keramika”. Here, almost all the studied species are in a weakened state, while in areas with multi-apartment residential and public buildings with industrial facilities, most of them belong to the category of healthy ones. At the same time, tree plantations of parks and squares in Vitebsk are characterized by the best vitality.

Conclusion. The state of green spaces in Vitebsk is subject to significant fluctuations and depends on the location in certain functional areas of the city.

Key words: urban environment, functional areas, tree plantations, species composition, life status.

Городские фитоценозы – один из основных объектов экологического мониторинга урбогеосистем. Растения служат индикаторами состояния окружающей среды, поэтому необходимо знать, как и в какой мере сама среда сказывается на их состоянии и, следовательно, влияет на качество выполняемых ими функций [1]. Согласно В.А. Алексееву [2], воздействие загрязнения атмосферного воздуха на растительность – это биохимическое явление, затрагивающее в первую очередь метаболические и физиологические процессы и разрушающее ультрамикроскопические структуры клеток листа. Основным диагностическим симптомом повреждения растительности служат хлорозы и некрозы листовых пластинок. В то же время указанный признак не настолько очевидный, поскольку хлорозы и некрозы возникают под действием многих причин: недостатка или избытка питательных веществ в почве, высоких и низких температур, засухи, подтопления корневых систем, а также в результате деятельности различных энтомофитовредителей и патогенов. Наличие тех или иных диагностических признаков повреждения растений позволяет, пусть и не всегда, выполнить индикацию, установить фактор (или факторы), вызвавший данное повреждение. Порой эти признаки выражены настолько сильно, что они обуславливают и интенсивность ослабления растений. Тем не менее гораздо чаще степень ослабления или повреждения дерева будет определяться изреженностью густоты кроны вследствие недоразвития или преждевременного опадания листьев и хвои, резким сокращением прироста, быстрым усыханием ветвей в верхней половине кроны и рядом других признаков [2].

Город Витебск, как и многие современные крупные города, располагающий высоким промышленно-энергетическим потенциалом, разветвленной транспортной сетью и коммунальным хозяйством, оказывает существенное воздействие на формирующие его экосистему фитоценозы.

В городе зеленые насаждения занимают 1446,5 га или 10,7% его общей площади и распределены крайне неравномерно (рис.). Они включают в себя насаждения парков культуры и отдыха (3,5% площади города), территорий в пределах лечебных, детских учебных и научных учреждений, промышленных предприятий, спортивных комплексов, жилых кварталов (6%), территорий специального назначения – санитарно-защитных и водоохраных зон, кладбищ, вдоль автомобильных и железных дорог, ботанического сада (0,4%), а также улиц и площадей (0,8%).

Растительность в городе сформирована как из насаждений естественного или смешанного генезиса и основных форм воспроизводства (леса, лесопарки, парки, суходольные луга и др.), так и культурных насаждений, где естественные механизмы развития и возобновления заменяются культурными. В насаждениях преобладают липа мелколистная (*Tilia cordata*), клен остролистный (платановидный) (*Acer platanoides*), каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*), вяз обыкновенный (*Ulmus laevis*), дуб скальный (*Quercus petraea*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), береза повислая (*Betula pendula*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), орех маньчжурский (*Juglans mandshurica*), бархат амурский (*Phellodendron amurense*), ель европейская (*Picea abies*) и ель канадская (*Picea glauca*), многие виды кустарников-интродуцентов. При этом доминирующими древесными породами в насаждениях, особенно улиц и магистралей, Витебска являются липа, клен и конский каштан. В подавляющем большинстве посадки представлены растениями старо- и средневозрастной групп (50–20 лет). Выбор этих видов деревьев для озеленения был обусловлен их высокой декоративностью и хорошей

устойчивостью в условиях города. Однако за последние два десятилетия состояние уличных посадок основных пород несколько ухудшилось. Все чаще начали проявляться массовые симптомы неблагоприятного санитарного состояния деревьев. Отдельные рядовые посадки уже в середине лета теряют свой внешний вид, испытывая сильнейшую дефолиацию и дихромацию кроны, перестают выполнять свои функции [3].

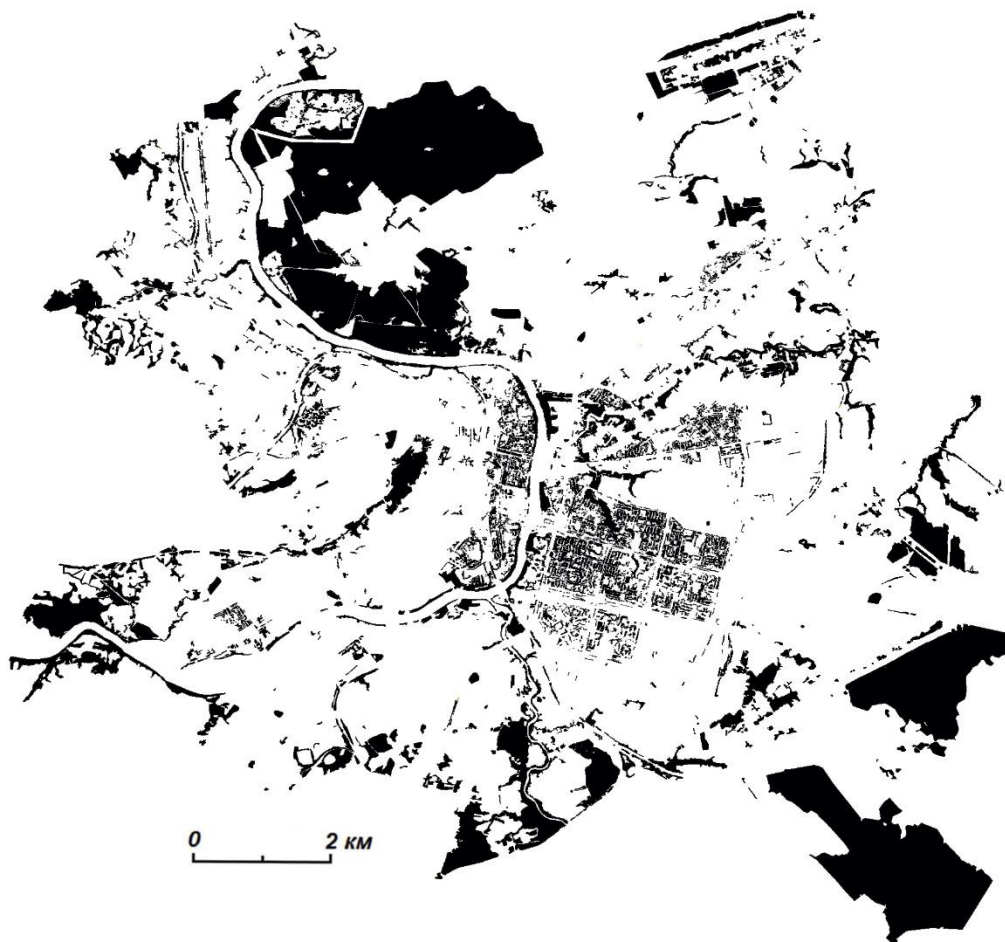


Рис. Схема распространения зеленых насаждений Витебска

Целью настоящей работы послужила оценка состояния древесной растительности в различных функциональных зонах Витебска.

Материал и методы. В основу работы положены результаты исследований на территории города, проводимых авторами в 2017–2019 гг. Наблюдения осуществлялись маршрутным методом в летне-осенний период на ключевых участках. В качестве последних были выбраны территории, прилегающие к железнодорожному вокзалу, – участок № 1 (тип застройки: промышленная и коммунально-складская с озелененными территориями), вблизи ОАО «Керамика» по производству строительного кирпича и керамических труб – № 2 (тип застройки: промышленная и коммунально-складская), в окрестностях СООО «Белвест» – предприятия по производству кожаной обуви – № 3 (тип застройки: многоквартирная жилая и общественная с промышленными объектами), в месте пересечения Бешенковичского шоссе и 3-й Прибережной улицы – № 4 (тип застройки: промышленная и коммунально-складская), микрорайона ЮГ-6 – № 5 (тип застройки: многоквартирная жилая и общественная). Наряду с промышленными, жилыми и общественными объектами эти участки включали в себя территории улиц и площадей, а также вдоль автомобильных дорог. В пределах указанных участков определялся видовой состав древесных пород, оценивались их встречаемость и жизненное состояние. Основными параметрами при оценке состояния древесной растительности нами были приняты коэффициент состояния отдельных видов деревьев: $K_j = \Sigma b_j / N$ (где Σb_j – сумма баллов состояния отдельных деревьев,

устанавливаемых по шкале визуальной оценки состояния древостоя по комплексу признаков [4]; N – общее число учтенных деревьев j -го вида) и коэффициент состояния древостоя в целом, определяемый как среднее арифметическое средних значений коэффициента состояния различных видов деревьев на исследуемом участке: $K_{cp} = (K_1 + K_2 + K_3 + \dots) / R$ (где $K_{1, 2, 3}$ – коэффициенты состояния отдельных видов древесных пород; R – число видов) [4]. По данным параметрам в соответствии с установленными критериями (табл. 1) выявлялись категории жизненного состояния древесных насаждений.

Таблица 1

Критерии оценки состояния древостоя [4]

| Коэффициент, K | Категория состояния древостоя | Характеристика состояния древостоя |
|------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| < 1,5 | I | здоровое |
| 1,6–2,5 | II | ослабленное |
| 2,6–3,5 | III | сильно ослабленное |
| 3,6–4,5 | IV | усыхающее |
| > 4,6 | V | сухое |

Результаты и их обсуждение. Исследуемые нами территории характеризуются достаточно однородным видовым составом. Среди встречающихся на всех участках древесных растений выявлено восемь видов: ель европейская (*Picea abies*), береза повислая (*Betula pendula*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), черемуха обыкновенная (*Prunus padus*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), клен остролистный (*Acer platanoides*) и каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*). Причем в количественном отношении преимущественным распространением пользуются, как отмечалось выше, последние три вида, которые впоследствии и стали объектами для оценки экологического состояния древостоя на исследуемых участках.

Сравнение рассчитанных коэффициентов состояния видов на участках наблюдений показало, что наиболее ослабленная древесная растительность произрастает на территориях, прилегающих к железнодорожному вокзалу, – участок № 1, и в окрестностях ОАО «Керамика» – участок № 2 (табл. 2, 3). Здесь в ослабленном состоянии находятся практически все исследуемые виды, в то время как на участках № 3–5 большинство из них относится к категории здоровых.

Таблица 2

Экологическая оценка древесной растительности различных функциональных зон Витебска по коэффициенту состояния вида (K)

| Вид древесного растения | Коэффициент состояния вида, K | Категория жизненного состояния древостоя |
|---------------------------|---------------------------------|--|
| <i>Участок 1</i> | | |
| Клен остролистный | 1,7 | ослабленное |
| Липа мелколистная | 2,4 | ослабленное |
| Каштан конский обыкновен. | 2,3 | ослабленное |
| <i>Участок 2</i> | | |
| Клен остролистный | 1,6 | ослабленное |
| Липа мелколистная | 1,8 | ослабленное |
| Каштан конский обыкновен. | 1,3 | здоровое |
| <i>Участок 3</i> | | |
| Клен остролистный | 1,4 | здоровое |
| Липа мелколистная | 1,3 | здоровое |
| Каштан конский обыкновен. | 1,3 | здоровое |

Окончание табл. 2

| Участок 4 | | |
|---------------------------|-----|-------------|
| Клен остролистный | 1,4 | здоровое |
| Липа мелколистная | 1,8 | ослабленное |
| Каштан конский обыкновен. | 1,3 | здоровое |
| Участок 5 | | |
| Клен остролистный | 1,4 | здоровое |
| Липа мелколистная | 1,3 | здоровое |
| Каштан конский обыкновен. | 1,3 | здоровое |

Таблица 3

Экологическая оценка общего жизненного состояния древесной растительности различных функциональных зон Витебска

| № участка | Средний показатель состояния древостоя, K_{cp} | Категория жизненного состояния древостоя |
|-----------|--|--|
| 1 | 2,6 | ослабленное |
| 2 | 1,6 | ослабленное |
| 3 | 1,3 | здоровое |
| 4 | 1,5 | здоровое |
| 5 | 1,3 | здоровое |

Подтверждает сделанный выше вывод и установление классов состояния всех встречающихся на исследуемых участках видов деревьев, выполненное по методике Е.Г. Куликовой [5] с использованием определенных условных шкал, позволяющих визуально оценивать состояние деревьев по внешним признакам (табл. 4, 5). Согласно полученным результатам (табл. 6) для участка № 1 половина всех видов (50%) отнесена нами к классу состояния «удовлетворительное». К ним относятся ель, ясень, липа, черемуха. Насаждения клена и каштана находятся в хорошем состоянии, в то время как березы – в неудовлетворительном. Примечательно, что рябина обыкновенная на всех исследуемых участках имеет состояние «отличное» (табл. 6).

Таблица 4

Шкала визуальной оценки состояния древесной растительности по внешним признакам [5]

| Фактор | Вариация фактора состояния | Баллы |
|------------------------|---|-------|
| Состояние ствола | Здоровый и крепкий | 5 |
| | Имеются повреждения коры | 3 |
| | Наличие гнилей и дупел | 1 |
| Величина прироста | Более 15 см | 5 |
| | 5–15 см | 3 |
| | Менее 5 см | 1 |
| Структура кроны | Нормальная, здоровая | 5 |
| | Один крупный или несколько мелких сучьев усохли | 3 |
| | Два и более крупных сучьев усохли | 1 |
| Вредители и болезни | Отсутствуют | 5 |
| | Имеется один вид | 3 |
| | Имеется 2 и более видов | 1 |
| Степень развития кроны | Полная, равномерно развитая (сбалансированная) | 5 |
| | Полная, но нарушенная | 3 |
| | Нарушенная и недоразвитая | 1 |

Таблица 5

Шкала определения класса состояния деревьев [5]

| Суммарное количество баллов | Класс состояния |
|-----------------------------|--------------------|
| 25–22 | отличное |
| 21–18 | хорошее |
| 17–14 | удовлетворительное |
| 13–10 | плохое |
| 9–5 | очень плохое |

Таблица 6

Результаты определения классов жизненного состояния древесной растительности различных функциональных зон Витебска по внешним признакам

| Вид древесного растения | Класс жизненного состояния / баллы | | | |
|---------------------------|------------------------------------|---------|-----------|----------|
| | Отличное | Хорошее | Удовлетв. | Неудовл. |
| <i>Участок 1</i> | | | | |
| Ель европейская | | | 15 | |
| Береза повислая | | | | 13 |
| Ясень обыкновенный | | | 15 | |
| Рябина обыкновенная | 23 | | | |
| Липа мелколистная | | | 15 | |
| Черемуха обыкновен. | | | 17 | |
| Клен остролистный | | 21 | | |
| Каштан конский обыкновен. | | 21 | | |
| <i>Участок 2</i> | | | | |
| Ель европейская | | | 17 | |
| Береза повислая | | 21 | | |
| Ясень обыкновенный | | | 17 | |
| Рябина обыкновенная | 25 | | | |
| Липа мелколистная | | 19 | | |
| Черемуха обыкновен. | 23 | | | |
| Клен остролистный | 25 | | | |
| Каштан конский обыкновен. | | 21 | | |
| <i>Участок 3</i> | | | | |
| Ель европейская | 25 | | | |
| Береза повислая | 25 | | | |
| Ясень обыкновенный | 25 | | | |
| Рябина обыкновенная | | 21 | | |
| Липа мелколистная | | 21 | | |
| Черемуха обыкновен. | | | 17 | |
| Клен остролистный | | 21 | | |
| Каштан конский обыкновен. | | 21 | | |
| <i>Участок 4</i> | | | | |
| Ель европейская | | | 17 | |
| Береза повислая | | 21 | | |
| Ясень обыкновенный | | 21 | | |
| Рябина обыкновенная | 25 | | | |

| | | | | |
|---------------------------|----|----|----|--|
| Липа мелколистная | 23 | | | |
| Черемуха обыкновен. | 23 | | | |
| Клен остролистный | | | 17 | |
| Каштан конский обыкновен. | | | 17 | |
| <i>Участок 5</i> | | | | |
| Ель европейская | | | 17 | |
| Береза повислая | | 21 | | |
| Ясень обыкновенный | | 21 | | |
| Рябина обыкновенная | 25 | | | |
| Липа мелколистная | 23 | | | |
| Черемуха обыкновен. | 23 | | | |
| Клен остролистный | | 21 | | |
| Каштан конский обыкновен. | 23 | | | |

В отличие от промышленных зон, жилых кварталов и улиц, насаждения парков и скверов Витебска характеризуются наилучшим жизненным состоянием. Так, например, нашими исследованиями установлено [6], что в сквере по улице Кирова, где произрастает 17 видов лиственных и хвойных деревьев с преобладанием липы и каштана конского и 3 вида кустарников, 73% древостоя (325 из 448 экз.) относится к категории «здоровые особи», 18% (82 экз.) – ослабленные, 7% (30 экз.) – сильно ослабленные, усыхающие – 2% (8 экз.), сухостой – 1% (3 экз.). Подобным жизненным состоянием характеризуются зеленые насаждения и в сквере Привокзальной площади, где также произрастает 17 видов деревьев и 3 вида кустарников, из которых доминантами являются туя западная и барбарис Тунберга. Здесь среди древесной растительности 69% (142 из 207 экз.) составляют здоровые особи; 25% (52 экз.) – ослабленные: 5% (11 экз.) – сильно ослабленные, 1% (2 экз.) – усыхающие. Надо заметить, что за последние два десятилетия озеленение объектов общего пользования Витебска (парков, скверов и др.) в ландшафтно-декоративном отношении существенно улучшилось [7]. Это произошло за счет организации новых или благоустройства ранее созданных объектов, таких, к примеру, как летний амфитеатр, парк Победителей и др.

Так, летний амфитеатр благодаря расположению на дне крупной овражной балки с крутыми склонами и богатым ассортиментом древесных пород, хорошему дизайну ландшафтных композиций, наличию многих красивых малых архитектурных форм лидирует среди озеленительных объектов Витебска. В парке Победителей, расположенном вытянутой полосой вдоль Западной Двины, озеленение выполнено на перспективу: немногочисленные старые деревья подверглись обрезке, высажено много новых таксонов, широко представлены декоративные виды. Обследование 13 объектов общего пользования на территории города позволило выявить 108 таксонов древесно-кустарниковой растительности [7], из которых 53 являются редкими (аралия, барбарис обыкновенный краснолистный, боярышник алма-атинский, бук европейский краснолистный, вейгела гибридная, дуб скальный и др.), что свидетельствует о большой индивидуальности этих объектов.

Заключение. Таким образом, состояние зеленых насаждений в Витебске подвержено существенным флуктуациям и зависит от принадлежности к определенным функциональным зонам города. Любое значимое проявление неблагоприятных факторов – будь то природных (засухи, паводки, ураганные ветры, экстремальные температуры и т.д.), или техногенных (подтопление, выбросы в атмосферу промышленных поллютантов и др.), способно снизить их устойчивость и привести к повреждению, а при длительном негативном воздействии нельзя исключать и возможной гибели части фитоценозов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов, А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем / А.К. Фролов. – СПб.: Наука, 1998. – 328 с.
2. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В.А. Алексеев [и др.]; под ред. В.А. Алексеева. – Л.: Наука, 1990. – 200 с.
3. Галкин, П.А. Современное состояние древесной растительности на территории Витебска / П.А. Галкин, И.А. Литвенкова, К.С. Космачева // Географические аспекты устойчивого развития регионов: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 27–29 мая 2021 г. / Гом. гос. ун-т; редкол.: А.И. Павловский (гл. ред.) [и др.]. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2021. – С. 93–96.

4. Экологический мониторинг / Т.Я. Ашихмина [и др.]; под ред. Т.Я. Ашихминой. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Академический Проект, 2006. – 416 с.
5. Куликова, Е.Г. Методы определения ценности деревьев в городских насаждениях / Е.Г. Куликова // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: сб. науч. тр. – Вып. 294. – М., 1998. – С. 33–40.
6. Дудник, Ю.А. Инвентаризация и оценка жизненного состояния придорожной древесной растительности Железнодорожного района г. Витебска / Ю.А. Дудник, И.А. Литвенкова // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXIV(71) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 14 февр. 2019 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2019. – Т. 1. – С. 43–45. URI: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/17805>.
7. Гаранович, И. Особенности озеленения областных центров Беларуси / И. Гаранович // Наука и инновации. – 2015. – № 3(145). – С. 4–8.

REFERENCES

1. Frolov A.K. *Okruzhayushchaya sreda krupnogo goroda i zhizn rasteniy v nem* [Environment of a large city and plant life in it], SPb.: Nauka, 1998, 328 p.
2. Alekseyev V.A. *Lesniye ekosistemy i atmosfernoye zagryazneniye* [Forest Ecosystems and Atmospheric Pollution], L.: Nauka, 1990, 200 p.
3. Galkin P.A. *Geograficheskiye aspekty ustoychivogo razvitiya regionov: sb. mater. IV mezhd. nauch.-prakt. konf., Gomel, 27–29 maya 2021 g.* [Geographical aspects of sustainable development of regions: proceedings of the 4th Intern. scientific-practical. conf., Gomel, May 27–29, 2021], Gomel, 2021, p. 93–96.
4. Ashikhmina T.Ya. *Ekologicheskiy monitoring* [Environmental monitoring], Moscow: Akademicheskii Proyekt, 2006, 416 p.
5. Kulikova Ye.G. *Ekologiya, monitoring i ratsionalnoye prirodopolzovaniye: sb. nauch. tr.* [Ecology, monitoring and rational nature management: Collection of Articles], 294, Moscow, 1998, p. 33–40.
6. Dudnik Yu.A., Litvenkova I.A. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: mater. XXIV(71) Region. nauch.-prakt. konf. prepodavateley, nauchn. sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 14 fevralya 2019 g.: v 2 tomakh* [Science – to education, production, economy: proceedings of the XXIV(71) Region. scientific-practical. conf. of teachers, researchers and graduate students, Vitebsk, February 14, 2019: in 2 volumes], Vitebsk, 2019, 1, p. 43–45. URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/17805>.
7. Garanovich I. *Nauka i innovatsii* [Science and innovations], 2015, 3(145), p. 4–8.

Поступила в редакцию 15.11.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: Inna.Litvenkova@yandex.ru – Литвенкова И.А.