

УДК 504.54

DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-14-19

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОВ ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ ВЛАДИВОСТОКСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ)

Н.Г. Розломий

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, Приморский край, г. Уссурийск, пр-т Блохера, д. 44

rozlomiyn@bk.ru

Представлена оценка экологического потенциала урбанизированной территории на примере лесов зеленой зоны Владивостокской агломерации, их экологическая и рекреационная емкости. Рассчитана фотосинтезирующая активность хвои видов *Pinus sylvestris* и *Pinus koraiensis*, объем выделенного кислорода. С помощью рекреационной плотности в пределах зеленой зоны установлена рекреационная нагрузка. Метод определения разрешенных рекреационных нагрузок состоит в подборе и закладке пробных площадей в экосистемах, подходящих стадии стабилизированной дигрессии и учете рекреационных нагрузок на них. Установлено, что все леса в пределах Большого Владивостока занимают обширные площади и наделены устойчивыми структурой и составом насаждений, поэтому могут выполнять рекреационные функции. К тому же ввиду разнообразных лесорастительных условий, различного месторасположения, эстетической ценности, общей биологической продуктивности и породного состава они наделены непохожей рекреационной пригодностью, в связи с чем вовлечены в рекреационную деятельность в различной степени. Сделан вывод о высокой газоустойчивости корейской сосны. Полученные данные свидетельствуют о том, что территория Владивостокской агломерации обладает высоким экологическим потенциалом, но при этом все породы наделены непохожей рекреационной пригодностью.

Ключевые слова: зеленая зона, урбанизированная территория, экологическая емкость, рекреационная емкость, фотосинтезирующая активность хвои, *Pinus sylvestris*, *Pinus koraiensis*, выделение кислорода

Ссылка для цитирования: Розломий Н.Г. Оценка экологического потенциала урбанизированной территории (на примере лесов зеленой зоны Владивостокской агломерации) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 1. С. 14–19. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-14-19

Актуальность рассматриваемой темы обусловлена недостатком изучения особенностей функционирования зеленой зоны городов и лесопарковых насаждений, отсутствием оценок ее состояния и поиска путей его оптимизации. Ввиду разных лесорастительных условий эти зоны обладают различной рекреационной пригодностью, вследствие чего по-разному вовлечены в рекреационную деятельность.

В настоящее время расширение урбанизации вызывает повышение антропогенной нагрузки на окружающую природную среду в городах, прежде всего, рост уровня загрязнения атмосферного воздуха. Городские территории увеличиваются в зависимости от следующих основных факторов: месторасположения, прироста населения и его миграции, развития инфраструктуры, а также от национальной стратегии развития и других политических, социальных и экономических факторов [1].

«Стратегия развития Дальнего Востока и Байкальского региона до 2025 года» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2009 года №2094-р) — это основной документ, в котором четко сформулирована государственная политика Российской Федерации по данному вопросу. В частности, она направлена на развитие Прибайкалья и Дальнего Востока более быстрыми темпами, что подкреплено значительными финансовыми инвестициями.

Хозяйственная деятельность общества, существенно изменяющая окружающую природную среду, вызывает необходимость регулярно проводить оценку ее состояния и степени благоприятности для жизнедеятельности не только человека, но и животного мира. Окружающую природную среду можно рассматривать по отдельным компонентам: атмосферному воздуху, водам, почвам, биоте и ландшафтам в целом [2]. Рассмотрение ландшафтов как цельных многокомпонентных геосистем обусловлено следующими особенностями [3]:

1) рассмотрением всего комплекса взаимодействующих компонентов и межкомпонентных связей;

2) фиксацией всего происходящего или ожидаемых изменений и их последствий.

От свойств и состояния ландшафтов зависят такие существенные для человека, но уязвимые при антропогенных воздействиях, как функции средо- и ресурсовоспроизведения.

По проекту «Большой Владивосток» территория вокруг Владивостока с системой городов — таких, как города Находка, Артем, Уссурийск, Партизанск, Большой Камень, образующих Владивостокскую городскую агломерацию, формирует промышленный район, для которого важно научно грамотно организовать зеленые зоны [4].

Цель работы

Цель работы — определение экологической и рекреационной емкости лесов и зеленых насаждений Владивостокской агломерации.

Материалы и методы исследований

Общая нагрузка на лес существенно возрастает с развитием промышленного комплекса и ростом городского населения, поэтому на данный момент устанавливаются нормы предельно допустимых нагрузок, проводятся мероприятия по регулированию пребывания людей в лесу [4]. Леса в Приморском крае занимают площадь 13,3 млн га, что равно 81 % всей территории края. Из них 11,3 млн га приходятся на леса лесного фонда и подведомственные Департаменту лесного хозяйства Приморского края, как указано в докладе об осуществлении департаментом лесного хозяйства Приморского края федерального государственного лесного надзора (лесной охраны) в области лесных отношений и об эффективности контроля (2015 г.) [5].

Новизна исследования заключается в проведении оценки экологического потенциала урбанизированной территории (на примере лесов зеленой зоны Владивостокской агломерации), которая ранее не проводилась [6].

Объектом исследования послужили леса зеленой зоны Владивостокской агломерации. Оценивались их экологическая и рекреационная емкость, фотосинтезирующая активность хвои *Pinus sylvestris* и *Pinus koraiensis* и выделение кислорода данными древесными породами [7–25].

Суть рекреационно-оздоровительных технологий заключается в их ориентации на оздоровление образа жизни общества и повышение культуры быта, удовлетворение разных рекреационных потребностей личности, в частности в физической реабилитации, укреплении и улучшении здоровья, интересном и содержательном досуге, насыщенной коммуникативной деятельности, психической релаксации и т. д. [8].

Установление рекреационной нагрузки в пределах зеленой зоны возможно с помощью рекреационной плотности — R_d , а посещаемость R_e (1) и интенсивность R_i (2) определяют по уравнениям:

$$R_e = R_d T t, \quad (1)$$

$$R_i = R_d T, \quad (2)$$

где T — продолжительность периода измерения рекреационной нагрузки, ч;

t — среднее время одного посещения за период измерения, ч.

По данным проведенных исследований [9], этот коэффициент может принимать следующие значения: для дорожной рекреации — 0,01,

для бездорожной — 1,0. Для автотранспортной и транспортно-пешеходной рекреации этот коэффициент в абсолютном значении составляет 13,0 [1, 6, 10–13].

Суть метода определения разрешенных рекреационных нагрузок заключается в закладке и подборе пробных площадей в экосистемах, которые проходят стадии стабилизированной дигрессии, и учете рекреационных нагрузок на них. Допустимые рекреационные нагрузки в функциональных зонах определяются в следующих пределах:

В зоне тихого отдыха, чел/га до 5

В зоне прогулочного отдыха, чел/га до 20

В зоне активного отдыха, чел/га от 20 до 100

Параметры экологической продуктивности лесов объединены в четыре группы [1]. Экологическая продуктивность в общем имеет вид:

$$Pэ = Kр + Вп + Сг + Рк, \quad (3)$$

где $Kр$ — климатообразующие параметры;

$Вп$ — водоохранно-почвообразующие параметры;

$Сг$ — санитарно-гигиенических параметров;

$Рк$ — рекреационные параметры.

Общий оценочный балл $Pэ$ насаждения при дифференцированном подходе определяется как средневзвешенное значение по коэффициенту корреляции между показателями экологической продуктивности и лесистостью из оценки отдельных показателей (табл. 1) [9, 10].

Сумма хлорофиллов и каротиноидов была определена спектрометрически с использованием методических разработок А.А. Шлыка и методических указаний Гавриленко и др. [11].

Образцы хвои первой вегетации с постоянной навеской 0,2 г отобраны в трехкратной повторности 6 раз в период с мая по октябрь. В лабораторных условиях получены вытяжки пигментов в ацетоне с добавлением этилового спирта. Экстракты пигментов вакуумным способом профильтрованы через стеклянный фильтр. Оптические плотности пигментных вытяжек установлены с помощью однолучевого автоматизированного спектрофотометра СФ-56 (ЛОМО) по центрам поглощения: для хлорофилла a и b — 644 и 662 нм соответственно, для каротиноидов — 440,5 нм.

Основой расчета концентрации пигментов хлоропластов служили формулы Веттштейна для 100 %-го ацетона:

$$C_a = 9,78D_{662} - 0,99D_{644}, \quad (4)$$

$$C_b = 21,42D_{644} - 4,65D_{662}, \quad (5)$$

$$C_{a+b} = 5,13D_{662} + 20,43D_{644}, \quad (6)$$

$$C_{кар} = 4,69D_{440,5} - 0,268(C_{a+b}), \quad (7)$$

где C_a , C_b , $C_{кар}$ — соответственно концентрация хлорофиллов a , b и каротиноидов, мг/л;

D — оптическая плотность в центрах поглощения пигментов 662, 644, 440,5 нм.

Содержание пигментов в хвое находим по формуле

$$A = (CV) | (P \times 1000), \quad (8)$$

где A — содержание пигмента на 1 г сырой навески, мг;

C — концентрация пигмента после расчета по формулам (1)–(4), мг/л;

V — объем вытяжки пигмента, мл;

P — навеска хвои, г.

Подробный расчет содержания пигментов имеет вид

$$A_a = C_a(10 / 200), \quad (9)$$

$$A_b = C_b(10 / 200), \quad (10)$$

$$A_{a+b} = C_{\text{кар}}(10 / 200), \quad (11)$$

$$A_{a+b+\text{кар}} = C_{a+b+\text{кар}}(10 / 200). \quad (12)$$

Результаты обсуждения

Земли Уссурийского и Владивостокского лесничеств составляют основную территорию зеленой зоны Владивостокской агломерации (табл. 1).

Таким образом, при общей экологической емкости по выбранным кварталам лесничеств — 67982 чел. и рекреационной — 57106 чел. можно говорить о высоком экологическом потенциале территорий. Именно они будут основой создания зеленого пояса Владивостокской агломерации.

Кислородно-углеродный баланс имеет в экологической емкости наибольшее значение, существенно различаясь в отдельных древесных породах [14].

Главную роль в обогащении атмосферы кислородом играют мягколиственные и сосновые по-

роды (табл. 2). Расчет отобранного насаждениями кислорода (C_t) проведен по формуле [4]

$$C_t = 1,45VE, \quad (13)$$

где C_t — суммарная биомасса в пересчете на углерод в год учета t , т;

V — запас древесины в насаждении, м³/га;

E — коэффициент пересчета запаса в биомассу.

Содержание хлорофиллов в абсолютном значении по сосне корейской составило 24,3 мг/л, что только на 1,2 % превысило его содержание по сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Общее содержание хлорофиллов и каратиноидов незначительно выше в сосне корейской (*Pinus koraiensis*) — на 2,1 %.

Подобная картина наблюдается при определении содержания пигментов в сырой навеске. Так, абсолютное значение уровня хлорофиллов в сосне корейской составил 1,21 мг/г, а в сосне обыкновенной — 1,20 мг/г. Общее содержание хлорофиллов и каратиноидов в сосне корейской составило 1,45 мг/г, а в сосне обыкновенной 1,43 мг/г.

Таким образом, наибольшее благоприятное воздействие на ионный состав атмосферного воздуха и его общее состояние оказывают сосны корейская и обыкновенная, что характеризуется высокой концентрацией пигментов и, как результат, высокой интенсивностью фотосинтеза (табл. 3).

По данным математической обработки видно, что хвойные растения на аэротехногенное воздействие могут реагировать по-разному. Более подробные данные представлены в работе [15]. Результаты проведенных нами исследований (см. табл. 3), позволяют выделить значительные

Т а б л и ц а 1

Экологическая продуктивность лесов зеленой зоны Владивостокской агломерации
Ecological productivity of forests in the green zone of the Vladivostok agglomeration

Параметр	Владивостокское лесничество	Уссурийское лесничество	Владивостокская агломерация
Лесопокрытая площадь, га	4733,2	1610	6407
Общая рекреационная емкость, чел./год	46878,8	10227,6	57106,4
Средняя экологическая продуктивность, балл	81,7	79,2	80,45
Общая экологическая емкость, чел./год	54341,0	13641,9	67982,9

Т а б л и ц а 2

Выделение кислорода основными лесообразующими породами
Oxygen release by the main forest-forming rocks

Преобладающие породы	Общая площадь, га	Средне-годовой прирост, м ³ /год	Выделенный кислород, т
Сосна (корейская, обыкновенная)	20315,7	83654,2	41827,1
Пихта	21,8	49,4	24,7
Дуб	156 201,5	468 603,1	234 301,5
Береза	89 231,1	267 693,2	133 846,1
Липа	92,2	276,6	138,3
Ольха	439,3	1098,25	549,125
Итого	266 301,6	821 375,1	410 686,8

**Концентрация и содержание пигментов хлоропластов в хвое 2-го года
у сосны корейской и сосны обыкновенной, произрастающих на расстоянии 23-х км
от г. Уссурийска (территория Владивостокской агломерации)**

**Concentration and content of chloroplast pigments in the needles of the second year in Korean pine and Scots pine,
growing at a distance of 23 km from the city of Ussuriysk (the territory of the Vladivostok agglomeration)**

Номер пробы	Содержание пигментов, мг/л					Содержание пигментов сырой навески, мг/г				
	Хл _a	Хл _b	Хл _{a+b}	Кар	Хл _{a+b+кар}	Хл _a	Хл _b	Хл _{a+b}	Кар	Хл _{a+b+кар}
Сосна корейская										
1	17,30	6,65	23,95	4,79	28,74	0,87	0,33	1,20	0,24	1,44
2	18,43	6,96	25,37	4,93	30,30	0,92	0,35	1,27	0,25	1,52
3	17,21	6,48	23,69	4,81	28,50	0,86	0,32	1,18	0,24	1,42
Среднее значение	17,65	6,70	24,34	4,84	29,18	0,88	0,33	1,21	0,24	1,45
Сосна обыкновенная										
1	17,21	6,48	23,69	4,53	28,22	0,86	0,32	1,18	0,23	1,41
2	17,69	6,47	24,16	4,65	28,81	0,88	0,32	1,21	0,23	1,44
3	17,38	6,82	24,20	4,63	28,83	0,87	0,34	1,21	0,23	1,44
Среднее значение	17,43	6,59	24,02	4,60	28,62	0,87	0,33	1,20	0,23	1,43
Существенность различия, <i>t</i>	1,3	7	3,4	8	3,2	2,5	4	3,6	3,7	3,9

различия по всем представленным параметрам, которые превосходят порог ($t = 3$). Кроме того, наблюдается идентичность устойчивости хлорофилла *a* к атмосферному загрязнению обыкновенной и корейской сосен.

Выводы

Установлена высокая газоустойчивость сосны корейской, связанная с показателем существенности различий содержания хлорофилла *a* и хлорофилла *b* и каротиноидов.

Все леса в пределах Большого Владивостока могут выполнять рекреационные функции [12].

По показателям средней П₃ покрытой лесом площади, общей экологической емкости по выбранным кварталам лесничеств и рекреационной емкости можно утверждать, что Владивостокская агломерация является территорией с высоким экологическим потенциалом.

Список литературы

- [1] Воронков П.Т., Дудина Е.А. Методика экономической оценки лесов. М.: Министерство природных ресурсов РФ, 2001, 26 с.
- [2] Гитарский М.Л. Влияние промышленных выбросов на поглощение лесами диоксида углерода из атмосферы // Метеорология и гидрология, 2005. № 11. С. 33–38.
- [3] Tratalos J., Fuller R.A., Warren P.H., Davies R.G., Gaston K.J. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services // Landscape and Urban Planning, 2007, no. 83, Iss. 4, pp. 308–317.
- [4] Гитарский М.Л., Замолотчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Карбань Р.Т. Эмиссия и поглощение парниковых газов в лесном секторе страны как элемент выполнения обязательств по климатической конвенции ООН // Лесоведение, 2006. № 6. С. 34–44.
- [5] Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», Приморский край, 2015 г. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29234764> (дата обращения 24.05.2019).
- [6] Sultanova R.R., Gabdrahimov K.M., Khayretdinov A.F., Konashova S.I., Kononov V.F., Blonskaya L.N., Sabirzyanov I.G., Martynova M.V., Isyanyulova R.R., Gabdelkhakov A.K. Evaluation of ecological potential of forests // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2018, t. 13, no. S8, pp. 6590–6596.
- [7] Kalugina O.V., Mikhailova T.A., Shergina O.V. Pinus sylvestris as a bio-indicator of territory pollution from aluminum smelter emissions // Environmental science and pollution research, 2017, no. 24(11), pp. 10279–10291. DOI: 10.1007/s11356-017-8674-5.
- [8] Wong T.H., Brown F. Water-Sensitive City: Principles for Practice // Water, Science and Technology, 2009, no. 60 (3), pp. 673–682.
- [9] Сериков М.Т. О проектировании освоения защитных лесов рекреационного назначения // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2008. № 6. С. 50–53.
- [10] Титова М.С., Розломий Н.Г. Реакция пигментной системы сосны обыкновенной на техногенное загрязнение на территории исторически значимых объектов г. Уссурийска // Вестник КрасГуа, 2014. № 4. С. 170–173.
- [11] Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–171.
- [12] Тарасов А.И. Рекреационное лесопользование. М.: Агропромиздат, 1986. 176 с.
- [13] Tratalos J., Fuller R.A., Warren P.H., Davis R.G., Gaston C.J. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services // Landscape and Urban Planning, 2007, no. 83, pp. 308–317.
- [14] Walker B.H., Carpenter S.R., Rockstrom J., Krepin A.S., Peterson G.D. Drivers, «slow» variables, «fast» variables, shocks and stability // Ecology and Society, 2012, no. 17(3), pp. 30.

- [15] Доклад об осуществлении департаментом лесного хозяйства Приморского края федерального государственного лесного надзора (лесной охраны) в области лесных отношений и об эффективности контроля, 2015 год. URL: <http://monitoring.zspk.gov.ru/%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB/1679657/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0/D0%B4-pdf> (дата обращения 24.05.2019).
- [16] Walker B.H., Salt D. Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world. Island Press, Washington DC., 2006. URL: <https://www.oalib.com/references/8429064> (дата обращения 24.05.2019).
- [17] Walker B., Holling C.S., Carpenter S.R., Kinzig A. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems // *Ecology and Society*, 2004, № 9 (2), p. 5. URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/> (дата обращения 24.05.2019).
- [18] Гуков Г.В., Розломий Н.Г. Оценка рекреационного потенциала зеленой зоны г. Уссурийска (Южное Приморье) // *Вестник ИрГСХА*, 2011. № 44. С. 38–46.
- [19] Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. М.: Мысль, 1977. 421 с.
- [20] Scheffer M., Carpenter S., Foley J.A., Folke C., Walker B. Catastrophic shifts in ecosystems // *Nature*, 2001, v. 413, pp. 591–596.
- [21] The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. Женева: TEEB, 2011, 48 p. URL: http://www.teebweb.org/wpcontent/uploads/Study%20and%20Reports/Additional%20Reports/Manual%20for%20Cities/TEEB%20Manual%20for%20Cities_English.pdf (дата обращения 24.05.2019).
- [22] Gukov G.V., Rozlomi N.G. Creation of a steady Green Belt «the Big Vladivostok» // GISAP. Biology, veterinary medicine and agricultural sciences, 2014, no. 3, pp. 42–44.
- [23] Li C.F., Cao J.F., Lu J.S., Yao L. Ecological risk assessment of soil heavy metals for different types of land use and evaluation of human health // *Huan Jing Ke Xue*, 2018, no. 39(12), pp. 5628–5638.
- [24] Shandas V., Messer W.B. Fostering Green Communities Through Civic Engagement: Community-Based Environmental Stewardship in the Portland Area // *Journal of the American Planning Association*, 2008, v. 74, iss. 4, pp. 408–418.
- [25] Semadeni-Davies A. Implications of climate and urban development on the design of sustainable urban drainage systems (SUDS) // *Journal of Water and Climate Change*, 2012, no. 3 (4), pp. 239–256.

Сведения об авторе

Розломий Наталья Геннадьевна — канд. биол. наук, доцент кафедры лесной таксации, лесоустройства и охотоведения, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», rozlomiyn@bk.ru

Поступила в редакцию 03.09.2019.

Принята к публикации 10.10.2019.

ECOLOGICAL POTENTIAL OF URBANIZED TERRITORY (ON EXAMPLE OF GREEN ZONE FORESTS OF VLADIVOSTOK AGGLOMERATION)

N.G. Rozlomi N.G.

Primorsky State Agricultural Academy, 44, Blucher av., 692510, Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia

rozlomiyn@bk.ru

The object of the research is the forests of the green zone of the Vladivostok agglomeration, their ecological and recreational capacities. The photosynthesizing activity of the needles *Pinus sylvestris* and *Pinus koraiensis*, the oxygen release of tree species is calculated. Recreational load within the green zone is established using recreational density. All forests within the boundaries of the Big Vladivostok can perform recreational functions, which occupy at the same time fairly large areas and are endowed with a stable structure and composition of plantations. However, in modern economic conditions and in view of various forest growing conditions, different location, aesthetic value and overall biological productivity, as well as the species composition, they are endowed with an unlikely recreational fitness, due to which they are involved in recreational activities to various degrees. The results of the study lead to the conclusion that the Korean pine is more resistant to gas. The data obtained indicate that the territory of the Vladivostok agglomeration has a high ecological potential. But at the same time, all breeds are endowed with an unlikely recreational fitness.

Keywords: green zone, urbanized territory, ecological capacity, recreational capacity, photosynthesizing activity of needles, *Pinus sylvestris*, *Pinus koraiensis*, oxygen release

Suggested citation: Rozlomi N.G. *Otsenka ekologicheskogo potentsiala urbanizirovannoy territorii (na primere lesov zelenoy zony Vladivostokskoy aglomeratsii)* [Ecological potential of urbanized territory (on example of green zone forests of Vladivostok agglomeration)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 1, pp. 14–19. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-14-19

References

- [1] Voronkov P.T., Dudina E.A. *Metodika ekonomicheskoy otsenki lesov* [Methods of economic assessment of forests]. Moscow: Ministry of Natural Resources of the Russian Federation, 2001, 26 pp.
- [2] Gitarskiy M.L. *Vliyaniye promyshlennykh vybrosov na pogloshcheniye lesami dioksida ugleroda iz atmosfery* [The effect of industrial emissions on the absorption of carbon dioxide from the atmosphere by forests] *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 2005, no. 11, pp. 33–38.

- [3] Tratalos J., Fuller R.A., Warren P.H., Davies R.G., Gaston K.J. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 2007, no. 83, Iss. 4, pp. 308–317.
- [4] Gitarskiy M.L., Zamolodchikov D.G., Korovin G.N., Karaban' R.T. *Emissiya i pogloshchenie parnikovyykh gazov v lesnom sektore strany kak element vypolneniya obyazatel'stv po klimaticheskoy konventsii OON* [Emission and absorption of greenhouse gases in the country's forest sector as an element of fulfilling obligations under the UN climate convention]. *Lesovedenie* [Forestry], 2006, no. 6, pp. 34–44.
- [5] *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii», Primorskiy kray, 2015 g.* [State report «On the State and Environmental Protection of the Russian Federation», Primorsky Territory, 2015. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29234764> (accessed 24.05.2019).
- [6] Sultanova R.R., Gabdrahimov K.M., Khayretidinov A.F., Konashova S.I., Kononov V.F., Blonskaya L.N., Sabirzyanov I.G., Martynova M.V., Isyanyulova R.R., Gabdelkhakov A.K. Evaluation of ecological potential of forests. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2018, t. 13, no. S8, pp. 6590–6596.
- [7] Kalugina O.V., Mikhailova T.A., Shergina O.V. Pinus sylvestris as a bio-indicator of territory pollution from aluminum smelter emissions. *Environmental science and pollution research*, 2017, no. 24(11), pp. 10279–10291. DOI: 10.1007/s11356-017-8674-5.
- [8] Wong T.H., Brown F. Water-Sensitive City: Principles for Practice. *Water, Science and Technology*, 2009, no. 60 (3), pp. 673–682.
- [9] Serikov M.T. *O proektirovani osvoeniya zashchitnykh lesov rekreatsionnogo naznacheniya* [About designing development of protective forests for recreational purposes]. *IVUZ. Lesnoy zhurnal* [IVUZ. Forest Journal], 2008, no. 6, pp. 50–53.
- [10] Titova M.S., Rozlomi N.G. *Reaktsiya pigmentnoy sistemy sosny obyknovnoy na tekhnogennoe zagryaznenie na territorii istoricheski znachimyykh ob'ektov g. Ussuriyska* [The reaction of the pigment system of Scots pine to technogenic pollution in the territory of historically significant objects of the city of Ussuriysk]. *Vestnik KrasGau*, 2014, no. 4, pp. 170–173.
- [11] Shlyk A.A. *Opreделение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев* [Determination of chlorophylls and carotenoids in green leaf extracts]. *Biokhimicheskie metody v fiziologii rasteniy* [Biochemical methods in plant physiology]. Moscow: Nauka, 1971, pp. 154–171.
- [12] Tarasov A.I. *Rekreatsionnoe lesopol'zovanie* [Recreational forest management]. Moscow: Agropromizdat, 1986, 176 p.
- [13] Tratalos J., Fuller R.A., Warren P.H., Davis R.G., Gaston C.J. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 2007, no. 83, pp. 308–317.
- [14] Walker B.H., Carpenter S.R., Rockstrom J., Krepin A.-S., Peterson G.D. Drivers, «slow» variables, «fast» variables, shocks and stability. *Ecology and Society*, 2012, no. 17(3), pp. 30.
- [15] *Doklad ob osushchestvlenii departamentom lesnogo khozyaystva Primorskogo kraja federal'nogo gosudarstvennogo lesnogo nadzora (lesnoy okhrany) v oblasti lesnykh otnoшений i ob effektivnosti kontrolya, 2015 god.* [Report on the implementation by the forestry department of the Primorsky Territory of federal state forest supervision (forest protection) in the field of forest relations and on the effectiveness of control], 2015. Available at: <http://monitoring.zspk.gov.ru/%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB/1679657/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4-pdf> (accessed 24.05.2019).
- [16] Walker B.H., Salt D. *Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. Island Press, Washington DC., 2006. Available at: <https://www.oalib.com/references/8429064> (accessed 24.05.2019).
- [17] Walker B., Holling C.S., Carpenter S.R., Kinzig A. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 2004, № 9 (2), p. 5. Available at: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/> (accessed 24.05.2019).
- [18] Gukov G.V., Rozlomi N.G. *Otsenka rekreatsionnogo potentsiala zelenoy zony g. Ussuriyska (Yuzhnoe Primor'ye)* [Assessment of the recreational potential of the green zone of Ussuriysk (South Primorye)] *Vestnik IrGSKhA*, 2011, no. 44, pp. 38–46.
- [19] Chizhova V.P. *Rekreatsionnye nagruzki v zonakh otdykha* [Recreational loads in recreation areas]. Moscow: Mysl' [Thought], 1977, 421 p.
- [20] Scheffer M., Carpenter S., Foley J.A., Folke C., Walker B. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 2001, v. 413, pp. 591–596.
- [21] *The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*. Женева: TEEB, 2011, 48 p. Available at: http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Additional%20Reports/Manual%20for%20Cities/TEEB%20Manual%20for%20Cities_English.pdf (accessed 24.05.2019).
- [22] Gukov G.V., Rozlomi N.G. Creation of a steady Green Belt «the Big Vladivostok». *GISAP. Biology, veterinary medicine and agricultural sciences*, 2014, no. 3, pp. 42–44.
- [23] Li C.F., Cao J.F., Lu J.S., Yao L. Ecological risk assessment of soil heavy metals for different types of land use and evaluation of human health. *Huan Jing Ke Xue*, 2018, no. 39(12), pp. 5628–5638.
- [24] Shandas V., Messer W.B. Fostering Green Communities Through Civic Engagement: Community-Based Environmental Stewardship in the Portland Area. *Journal of the American Planning Association*, 2008, v. 74, iss. 4, pp. 408–418.
- [25] Semadeni-Davies A. Implications of climate and urban development on the design of sustainable urban drainage systems (SUDS). *Journal of Water and Climate Change*, 2012, no. 3 (4), pp. 239–256.

Author's information

Rozlomi Natal'ya Gennad'evna — Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Primorskaya State Agricultural Academy, rozlomiyn@bk.ru

Received 03.09.2019.

Accepted for publication 10.10.2019.