

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. БИРСК РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF ATMOSPHERIC AIR IN BIRSK OF REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

**N. Shmelev
T. Samoylova**

Summary. In this article, the ecological state of the atmospheric air of the city of BirsK of the Republic of Bashkortostan in 2021 is assessed. The concentrations of pollutants (carbon dioxide, carbon monoxide, sulfur oxide (IV), hydrocarbons) were measured using a gas analyzer. The number of resin passages in the pine needles was studied, based on which the coefficient of endogenous variability characterizing the ecological state of the environment was calculated. The studies were carried out in areas of the city with different anthropogenic loads, as well as in different seasons, to conduct a comparative analysis and identify correlations between not only the morphological characteristics of pine trees, but also their changes in different seasons of the year. The concentration of hydrocarbons in the air significantly exceeded the MPC, the concentrations of other pollutants were significantly lower than the standards. Assessing the studied territory by the degree of air purity, that in all the studied territories (except site No. 4 — the background pollution zone), an average coefficient of endogenous variability is observed. These results also indicate the average air pollution, which is also evidenced by the results of the analysis of the gas composition. In addition, it should be noted that the coefficient of endogenous variability of the forest park zone is on the border with "elevated", which indicates the highest air pollution in this area. Correlation analysis indicates a direct relationship of such morphological features as: the number of resin passages and the length of the needles, between the number of resin passages and the cross-sectional area, and the width of the needles. These indicators directly depend on the pollution of the atmosphere, as pollutants affect the number of resin passages.

Keywords: GANK-4 gas analyzer, pollutants, coefficient of endogenous variability, resin passages; scots pine, bioindication, correlation, Fisher coefficient.

Шмелев Николай Александрович

К.б.н., доцент, Бирский филиал Башкирского
государственного университета
reptil11@yandex.ru

Самойлова Татьяна Алексеевна

Бирский филиал Башкирского государственного
университета
tanya.samoylova09@gmail.com

Аннотация. В данной статье произведена оценка экологического состояния атмосферного воздуха города Бирск Республики Башкортостан в 2021 г. Измерение концентраций загрязнителей (углекислого, угарного газов, оксида серы (IV), углеводородов) проводили с помощью газоанализатора. Исследовали количество смолых ходов в хвое сосны обыкновенной, на основе чего вычисляли коэффициент эндогенной изменчивости, характеризующий экологическое состояние окружающей среды. Исследования проводились в районах города с разной антропогенной нагрузкой, а также в разные сезоны, для проведения сравнительного анализа и выявления корреляции не только между морфологическими признаками сосны, но и их изменениями в разные сезоны года. Концентрация углеводородов в воздухе значительно превышала ПДК, значения концентраций других загрязнителей, были значительно ниже нормативов. Оценивая исследуемую территорию по степени чистоты воздуха, авторам было выяснено, что на всех исследуемых территориях (кроме площадки № 4 — зоны фонового загрязнения) наблюдается средний коэффициент эндогенной изменчивости. Данные результаты указывают и на среднюю загрязненность воздуха, о чем также свидетельствуют результаты анализа газового состава. Кроме того, следует отметить, что коэффициент эндогенной изменчивости лесопарковой зоне находится на границе с «повышенным», что говорит о наиболее высокой загрязненности воздуха на данной территории. Корреляционный анализ указывает на прямую зависимость таких морфологических признаков как: число смолых ходов и длина хвоинки, а также на прямую зависимость между числом смолых ходов и площадью поперечного сечения, и шириной хвоинки. Данные показатели напрямую зависят от загрязненности атмосферы, так как загрязнители влияют на число смолых ходов.

Ключевые слова: газоанализатор ГАНК-4, загрязнители, коэффициент эндогенной изменчивости, смолые ходы, сосна обыкновенная, биоиндикация, корреляция, коэффициент Фишера.

Введение

С увеличением темпов урбанизации проблема загрязнения окружающей среды, в том числе и атмосферного воздуха, становится одной из главных тем на повестке XXI века [1]. На данный момент наблюдается развитие систем экологического мониторинга атмосферного воздуха, что означает возможность контроля уровня загрязнений атмосферы [2; 3]. Для мониторинга атмосферного воздуха широко используется метод биоиндикации. Растения являются наиболее распространённым биологическим объектом, который реагирует на уровень загрязнения окружающей среды и который способен охарактеризовать загрязнённость за длительный период [4; 5].

С использованием газоанализатора ГАНК-4 было исследовано содержание в атмосферном воздухе оксида углерода (II), диоксида углерода (VI), оксида серы (VI) и углеводородов для оценки газового состава атмосферного воздуха. Данные вещества являются главными поллютантами атмосферного воздуха, образующиеся в процессе производственной и иной деятельности человека, на их долю приходится до 98% объема выбросов вредных веществ, и их концентрации наиболее часто превышают допустимые уровни во многих городах РФ [6; 7].

Другой метод, который использовался нами для исследования — вычисление коэффициента эндогенной изменчивости, он основан на исследовании количества смоляных ходов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). В мезофилле хвои хвойных растений находятся смоляные ходы, которые выстланы тонкими стенками из клеток эпителия. Количество смоляных ходов зависит от вида растения и от факторов окружающей среды. Кроме того, от экологических факторов среды обитания зависит длина хвоинок. По этой причине необходимо производить сравнительный анализ в точках с разной степенью антропогенной нагрузки [8].

Цель исследования: оценка качества атмосферного воздуха в г. Бирск РБ, с использованием газоанализатора ГАНК-4 и метода эндогенной изменчивости.

Объект исследования: атмосферный воздух г. Бирск Республики Башкортостан.

Материалы и методика исследований

В качестве участков исследования были выбраны территории с разной степенью антропогенной нагрузки в г. Бирск и пригородной зоне.

Исследования проводились дважды: в весенне-летний и осенне-зимний периоды. Были выбраны участки

произрастания сосны обыкновенной с разной степенью антропогенной нагрузки:

1. селитебная зона (КРК Аврора);
2. лесопарковая зона (Парк Победы);
3. зона интенсивного движения автотранспорта (ул. Кольцевая);
4. зона фонового мониторинга (сад Орешник).

В работе газоанализатора ГАНК-4 применялся метод прямых измерений, т.к. результаты измерений, полученные с применением газоанализатора универсального ГАНК-4 отображаются на жидкокристаллическом дисплее это соответствует определению прямых измерений (п. 19 ст. 2 Федерального закона № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г.: «Прямое измерение — измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений») [9].

Для биоиндикации с 4 участков были взяты пробы с пяти деревьев, по 200 хвоинок. Высота всех деревьев на участках не превышала 5 метров. Исследовались приросты хвои за последние три года. Для исследований хвои сосны в первую очередь измеряют основные параметры: длину (L) и ширину (H), далее в средней части хвоинки производился поперечный срез и с помощью микроскопа определялась площадь поперечного среза (S) и количество смоляных каналов (N). Измерения проводились с использованием микроскопа MicroLife-12-1.3.

Данные полученные при исследовании коэффициента эндогенной изменчивости обрабатываются при помощи формул в Microsoft Excel. Производятся вычисления среднего значения каждого исследуемого параметра, ошибка среднего значения ($M \pm m$), коэффициент изменчивости (CV,%), коэффициент корреляции (r). Полученные данные проверяются на значимость с помощью критерия Фишера [10].

Коэффициент изменчивости (C_v) — это отношение среднего квадратического отклонения к среднему значению признака, выраженное в процентах.

Значение коэффициента изменчивости соотносится со школой вариабельности Мамаева. Данный параметр разделяется на 6 групп: очень низкий (менее 7%), низкий (от 8 до 12%), средний (от 13% до 20%), повышенный (от 21 до 30%), высокий (от 31 до 40%), очень высокий (более 40%) [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Измерения газового состава атмосферы с помощью газоанализатора ГАНК-4 проводились в трехкратной повторности, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Концентрации исследуемых веществ в атмосферном воздухе г. Бирск, мг/м³

№	Площадка	CO		CO ₂		SO ₂		C _п H _{2п-2}	
		В-л	О-з	В-л	О-з	В-л	О-з	В-л	О-з
1	КРК Аврора	0,829	0,683	67,6	54,2	0,00577	0,00675	6130	5450
2	ул. Кольцевая	0,726	0,527	133	98,9	0,332	0,238	2750	2370
3	Парк Победы	0,898	0,42	607	245	0,0719	0,0468	3100	2420
4	сад Орешник	0,053	0,037	0,0	0,0	0,0369	0,00597	2470	2050
	ПДК	20,0	20,0	9000	9000	10,0	10,0	300	300

Примечание. В-л — весенне-летний период; О-з — осенне-зимний период.

Анализируя данные таблицы, в первую очередь можно сделать вывод о том, что концентрация веществ в оба сезона в воздухе не превышает ПДК, исключая показатели углеводородов.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что наибольшая концентрация оксида углерода (II) в оба сезона наблюдается в селитебной зоне, что подтверждается наличием автомобильной стоянки на данной территории. Также в весенне-летний период в лесопарковой зоне наблюдается повышенная концентрация оксида углерода (II), такой результат также может быть обоснован наличием оживлённой автотранспортной дороги на данном участке.

При анализе концентраций диоксида углерода (VI), можно отметить, что концентрация вещества наиболее высока на площадке № 3 в оба периода, так же, как и на площадке № 4, на этот показатель также в основном влияет автотранспорт, так как ни на первом, ни на втором участке других источников диоксида углерода не обнаружено.

Диоксид серы (IV) имеет наименьшую концентрацию в атмосферном воздухе в оба периода, учитывая величину ПДК, но также можно отметить, что в точке с высокой антропогенной нагрузкой (зона интенсивного движения автотранспорта), наблюдается наибольшее количество этого вещества.

Исходя из данных, полученных, при измерении оксида углерода (II), можно отметить, что наибольшая его концентрация наблюдается на площадке № 1 (0,829 мг/м³) и № 3 (0,898 мг/м³). И в первом и втором случае имеется высокая загруженность автотранспортом, в том числе наличие автостоянок. Следующая по уровню содержания оксида углерода (II) площадка № 2 (0,726). Анализируя данные измерений количества диоксида углерода (IV), следует отметить, что наибольшие концентрации вещества наблюдаются в точках № 3 (607 мг/м³), № 2 (133 мг/м³) и № 1 (67,6 мг/м³). На площадке № 4 концентрация вещества минимальна, учитывая величину ПДК. По данным измерения содержания оксида серы

(IV) можно отметить, что наибольшая концентрация наблюдается на площадке № 2 (0,332) несмотря на то, что среди всех точек, это наибольшая концентрация, данное значение невелико. На площадках № 1, № 3 и № 4 концентрация варьирует от 0,00577 мг/м³ до 0,0719 мг/м³.

Содержание углеводородов превышено во всех исследуемых точках несмотря на то, что можно заметить значительную разницу концентраций на территории фонового участка (2470 мг/м³ и 2050 мг/м³) и на территории зоны интенсивного движения автотранспорта (6130 мг/м³ и 5450 мг/м³). Как правило, углеводороды содержатся в продуктах неполного сгорания бензина, жидкостях, применяемых в химчистке, промышленных растворителях и т.д.

Для биоиндикационной оценки экологического состояния атмосферного воздуха был использован коэффициент эндогенной изменчивости, основанный на шкале Мамаева. Для каждой из анализируемых площадок были составлены диаграммы для визуализации коэффициента эндогенной изменчивости, чтобы наглядно выявить разницу в коэффициентах для одного и того же признака на разных территориях и в разные сезоны года.

По результатам исследования первой площадки (селитебная зона) были составлены диаграммы (рис. 1), поэтому наглядно можно отменить уменьшение коэффициентов эндогенной изменчивости по большому количеству признаков, что говорит о более стабильном развитии и общем благоприятном экологическом состоянии окружающей среды в осенне-зимний период.

Анализ данных, полученных на второй исследуемой площадке (лесопарковая зона), указывает, что в осенне-зимний период коэффициент для большинства признаков также уменьшился в осенне-зимний период (рис. 2).

Третья исследуемая площадка находилась в зоне интенсивного движения автотранспорта. Здесь также можно отметить уменьшение коэффициента эндогенной изменчивости для всех признаков, исключая в дан-

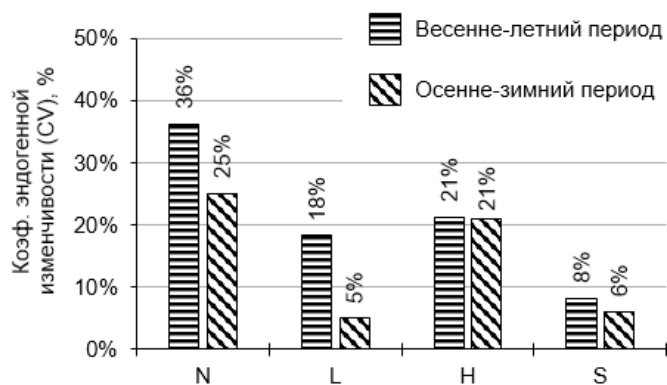


Рис. 1. Значение коэффициента эндогенной изменчивости в селитебной зоне.

Примечание. Здесь и далее: N — общее количество смоляных ходов; L — длина хвои; H — ширина хвои; S — площадь поперечного среза

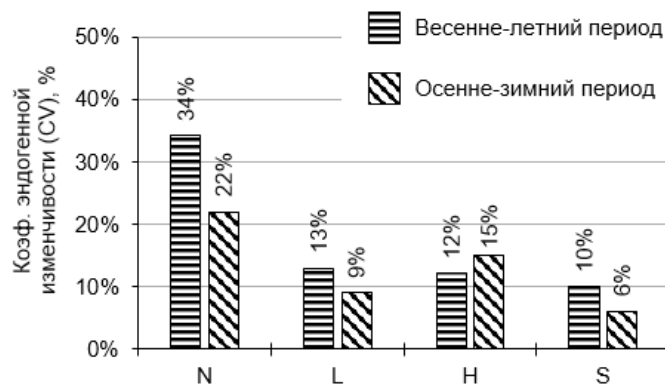


Рис. 2. Значение коэффициента эндогенной изменчивости в зоне интенсивного движения автотранспорта

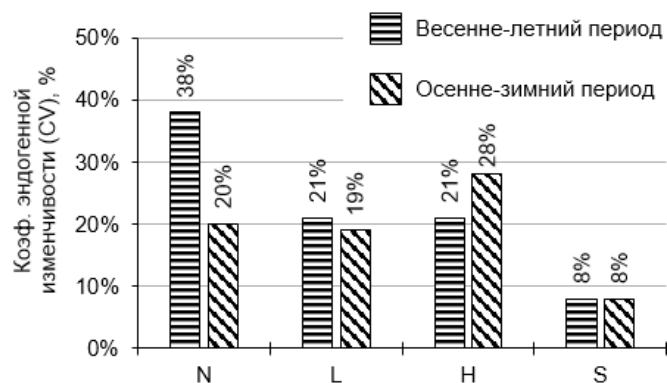


Рис. 3. Значение коэффициента эндогенной изменчивости в лесопарковой зоне

ном случае, ширину хвоинки. Коэффициент для данного признака увеличился с 21% до 28%, это не критичный показатель, т.к. в соответствии со шкалой Мамаева оба показателя относятся к повышенному коэффициенту эндогенной изменчивости (рис. 3).

В качестве фонового участка был выбран сад Орешник. Также можно отметить уменьшение коэффициента эндогенной изменчивости для всех признаков, не считая количество смоляных ходов, но разница составляет 1%, что так же не является критическим значением (рис. 4).

Наблюдается закономерность, при которой коэффициент эндогенной изменчивости уменьшается в холодные сезоны года, это объясняется тем, что в условиях Башкирии развитие флоры замирает, а также этот факт свидетельствует об особенностях развития сосны в целом, а значит и об уменьшении антропогенной нагрузки

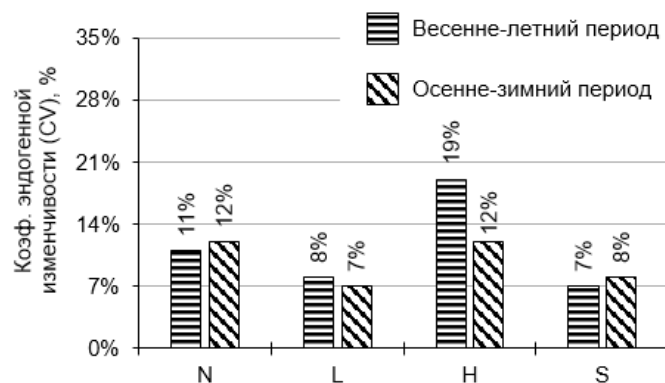


Рис. 4. Значение коэффициента эндогенной изменчивости на фоновом участке

и чистоте атмосферного воздуха, как следствие. Исследований, которые подтверждали бы данную закономерность, не обнаружено, однако, некоторые авторы предполагают, что в холодный сезон качество воздуха ухудшается, в связи с увеличением случаев пользования автотранспортом и работой котельных [12].

Корреляционный анализ (табл. 2) исследуемых признаков показал, что между всеми признаками наблюдается слабая корреляционная связь. Наибольший коэффициент корреляции наблюдается между числом смоляных каналов и длиной хвоинки (0,75), так же небольшая корреляционная зависимость прослеживается между шириной хвоинки и количеством смоляных ходов (0,65), площадью поперечного сечения и числом смоляных ходов (0,606). Наименьшая (слабая) корреляция проявляется между шириной и длиной хвоинки, площадью поперечного среза и длиной, а также площадью

Таблица 2. Матрица корреляции между морфопризнаками хвои сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*

	N	L	H	S
N	1			
L	0,758608	1		
H	0,655401	0,56671	1	
S	0,606388	0,566654	0,568558	1

Таблица 3. Таблица данных, полученных при вычислении критерия Фишера для выборок в весенне-летний и осенне-зимний периоды

Источник вариации	SS		df		MS		F		P-Значение		F критическое	
	В-л	О-з	В-л	О-з	В-л	О-з	В-л	О-з	В-л	О-з	В-л	О-з
Между группами	38,0	33,0	3	3	12,00	11,00	4,36	9,26	0,00688	0,00003	2,725	2,725
Внутри групп	225,5	90,2	76	76	2,96	1,18						
Итого:	263,5	123,2	79	79								

поперечного среза и шириной хвоинки. Полученные результаты свидетельствуют о средней положительной корреляции между длиной хвои и числом смоляных ходов, а также между числом смоляных ходов и площадью поперечного сечения, и шириной хвоинки, что логично, т.к. чем больше смоляных ходов, тем больше места требуется для их расположения и наоборот [13; 14]. Следует отметить, что данные показатели напрямую зависят от загрязненности атмосферы, т.к. поллютанты перекрывают смоляные ходы [15].

Все полученные данные проверялись на достоверность с помощью F-теста или критерия Фишера. [16]. Все вычисления проводились в программе Microsoft Excel с помощью пакета «Анализ данных» Результатом вычислений представлены в таблице 3.

В полученной таблице указано расчётное значение F-критерия для выборок весенне-летнего периода (4,362), критическое («табличное») значение F-критерия двухстороннего (2,724), уровень значимости P (0,0068). Рассчитанное значение превышает критическое, а уровень значимости P (0,068) менее 5%, поэтому влияние фактора достоверно на 5%-ном уровне значимости (различия между деревьями по количеству смоляных ходов достоверны). Для выборок осенне-зимнего периода расчётное значение F-критерия — 9,268, а критическое («табличное») значение равно — 2,724, уровень

значимости P — 0,0000268, что также менее 5%, что означает влияние фактора достоверно на 5% уровне [17]. Оценивая количественное содержание исследуемых веществ в воздухе можно отметить, что все вещества, кроме углеводов, находятся в пределах ПДК. На основании этого, можно сделать вывод о том, что основным загрязнителем воздуха является транспорт, так это основной источник поступления углеводов в атмосферу в городе.

Коэффициент эндогенной изменчивости указывает на стабильность развития организма (сосны обыкновенной) [18], стабильность развития в нашем случае обозначает чистоту атмосферного воздуха исследуемой территории. Иными словами, если произвести градацию исследуемой территорий по степени чистоты воздуха, основываясь на коэффициенте эндогенной изменчивости, мы выясним, что на всех исследуемых территориях (кроме фонового участка) наблюдается средний коэффициент эндогенной изменчивости [19]. Такие результаты указывают и на среднюю загрязненность воздуха, о чем также свидетельствуют результаты анализа газового состава. Кроме того, также можно отметить, что коэффициент эндогенной изменчивости в лесопарковой зоне находится на границе с «повышенным», что говорит о наиболее высокой загрязненности воздуха на данной территории. Корреляционный анализ указывает на прямую зависимость таких морфологических признаков

как: число смоляных ходов и длина хвоинки, между числом смоляных ходов и площадью поперечного сечения, и шириной хвоинки. Следует также отметить, что данные показатели напрямую зависят от загрязненности атмосферы, так как поллютанты влияют на число смоляных ходов [20].

Если взглянуть на общую картину полученных результатов, то можно заметить, что все полученные показатели указывают на более благоприятное состояние атмосферы в осенне-зимний период, чем в весеннее летний.

Выводы

Результаты оценки качества воздуха выбранных участков показали, наименьшее содержание поллютантов в зоне фонового мониторинга. Более высокая кон-

центрация загрязняющих веществ нагрузки наблюдается в парковой и селитебной зонах. Об это свидетельствует почти одинаковое значение коэффициента эндогенной изменчивости хвои сосны. Кроме того, наблюдается закономерность между сезоном и состоянием атмосферного воздуха: в холодный сезон атмосферный воздух чище, чем в теплый.

Все проведенные нами исследования и полученные результаты в составе экологического мониторинга как части системы экологической безопасности дают возможность для минимизации последствий проявления природных факторов экологической опасности. Кроме того, на основе полученных данных допускается планирование природоохранных мероприятия для снижения антропогенного влияния на лесные экосистемы: реабилитация территорий, подвергшихся чрезмерному антропогенному воздействию. [21].

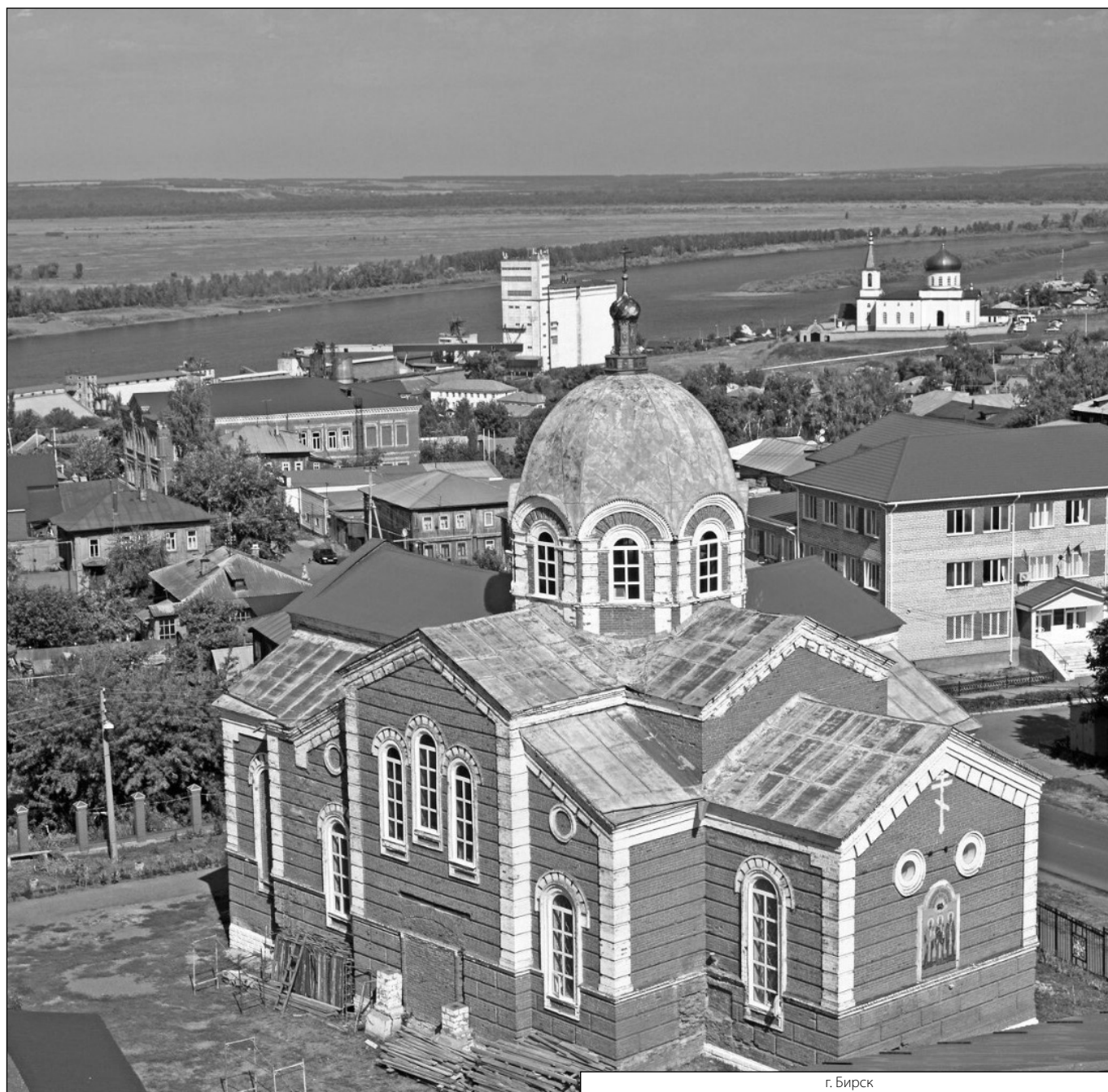
ЛИТЕРАТУРА

1. Экологические приоритеты для России: доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год / под ред. С.Н. Бобылева и Л.М. Григорьева. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2017. 292 с.
2. Волкодаева М.В., Киселев А.В. О развитии системы экологического мониторинга качества атмосферного воздуха // Записки Горного института. 2017. Т. 227. С. 589–596. DOI 10.25515/PMI.2017.5.589.
3. Константинов В.А., Квасов А.Р., Машдиева М.С. Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга атмосферного воздуха и анализа риска здоровью // Актуальные вопросы гигиены на современном этапе: мат-лы 3-й науч.-практ. конф. Южного федерального округа, Ростов-на-Дону, 18 декабря 2020 года. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный медицинский университет, 2020. С. 214–221.
4. Исаева С.Э., Оказова З.П., Гаппоева В.С. Место биоиндикация в системе экологического мониторинга // Успехи современной науки. 2017. Т. 1, № 8. С. 130–133.
5. Клевцова М.А. Биоиндикация экологического состояния урбанизированных территорий // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2016. № 3. С. 79–86.
6. Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4, № ФР.1.31.2009.06144, дата разработки: 30.10.2019.
7. Жукова А.А., Матицкий С.Э. Биоиндикация качества природной среды. Минск: БГУ, 2016. 112 с.
8. Мамаев С.А., Горчаковский П.Л. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1972. 284 с.
9. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ [Электронный ресурс] // Консультант.Плюс. — https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904.
10. Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие. СПб: Изд-во Политехнического университета, 2016. 125 с.
11. Мамаев С.А., Шкарлет О.Д. Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной по газоустойчивости в связи с сохранением хвойных насаждений в условиях техногенных ландшафтов // Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов: тр. Института экологии растений и животных. Вып. 129 / отв. ред. С.А. Мамаев, А.К. Махнев. Свердловск, 1979. С. 58–65.
12. Руководство по контролю качества атмосферного воздуха в городах / под ред. М. Дж. Сьюэсса, С.Р. Крэксфорда. М.: Медицина, 1980. 264 с.
13. Видякин А.И., Лебедев А.Г. Эндогенная и временная изменчивость числа смоляных каналов в хвое деревьев сосны обыкновенной // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3–1. С. 371–375.
14. Цандекова О.Л., Легощина О.М. Анатомо-морфологические перестройки ассимиляционного аппарата древесных растений, произрастающих в условиях породного отвала Кедровского угольного разреза // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. Т. 19, № 5. С. 106–110.
15. Горшков А.Г., Михайлова Т.А., Бережная Н.С., Верещагин А.Л. Хвоя сосны как тест-объект для оценки распространения органических поллютантов в региональном масштабе // Доклады Академии наук. 2016. Т. 408, № 2. С. 247–249.
16. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика: учеб. пособие. 3-е изд., испр. Минск: Вышэйш. шк., 1973. 320 с.
17. Куликова А.И. Особенности репродуктивной биологии *Lonicera caerulea* s.l. в различных эколого-географических условиях: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.01. Новосибирск, 2017. 163 с.

18. Петров П.К. Математико-статистическая обработка и графическое представление результатов педагогических исследований с использованием информационных технологий: учеб. пособие. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. 179 с.
19. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная: изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 190 с.
20. Рынкевич С.В., Ткачев В.В. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха города по комплексу признаков сосны обыкновенной // Моделирование, компьютерное проектирование и технология производства электронных средств: сб. мат-лов 49-й науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, 6–10 мая 2013 года). Минск: БГУИР, 2013. С. 116–117.
21. Голинько И.И. Экологический мониторинг и биоиндикация для определения токсичности атмосферного воздуха // Актуальные проблемы химического и экологического образования: сб. науч. тр. 63 всерос. науч.-практ. конф. химиков с международным участием, Санкт-Петербург, 14–16 апреля 2016 года. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2016. С. 356–359.

© Шмелев Николай Александрович (reptil11@yandex.ru), Самойлова Татьяна Алексеевна (tanya.samoylova09@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Бирск