

8. Marcos, C. Structural changes on vermiculite treated with methanol and ethanol and subsequent microwave irradiation/ C. Marcos, I. Rodriguez // *Applied clay science*. – 2016. – Vol. 123. – P. 304-314.

9. M.G. da Fonseca, M.M. de Oliveira, L.N.H. Arakaki. Natural vermiculite as an exchanger support for heavy cations in aqueous solution. *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2005. – Vol. 285. – P. 50-55.

10. Imran A., Hassan Y. Speciation of arsenic and chromium metal ions by reversed phase high performance liquid chromatography. *Chemosphere*. – 2002. – Vol.48(3). – P.275-278.

References:

1. Pat. №1438836 SSSR, MPK B01J20/32 (2000.01), C02F1/28 (2000.01). Sposob polucheniya sorbenta: N 4125359: zayavl.:29.07.1986: opubl. 23.11.1988 /S.P., Kriuchkov V. V., Kirillova L. A., Sentyabreva I.A. zayavitel' Kol'skii filial im. S.M.Kirova AN SSSR. S. 4. – Tekst: neposredstvennyi.

2. Pat. №1632946 SSSR, MPK C02F1/28 (2006.01), C02F1/28 (2000.01). Sposob polucheniya adsorbenta dlya ochistki stochnyh vod ot nefteproduktov: N4408202: zayavl.: 11.04.1988: opubl. 07.03.1991 /Konovalova N. G., Zosin A. P., Priimak T. I. S. 2. – Tekst: neposredstvennyi.

3. Kurmanaliev M.K., Zhanabaeva Zh.T.. Sorbciya ionov medi (II) iz vodnyh rastvorov na modifitsirovannom vermiculite // *Vest. Nauki i obrazovaniya* -2019. №12 (66). – Chast' 3 – S. 10-13.

4. Tawfik A.Saleh, Ahmet Sari, Mustafa Tuzen. Chitosan-modified vermiculite for As(III) adsorption from aqueous solution: Equilibrium, thermodynamic and kinetic studies. // *Journal of Molecular Liquids*. 2016. – №219. – P. 937-945. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.03.060>

5. D. Liu, S. Deng, M. Vakili, R. Du, L. Tao, J. Sun, B. Wang, J. Huang, Y. Wang, G. Yu. Fast and high adsorption of Ni(II) on vermiculite-based nanoscale hydrated zirconium oxides. // *Chemical Engineering*. – 2018. – P.1150-1157 <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.10.178>

6. Dzhalankuzov T., Abdyhalykov C. O sostoyanii zagrezneniya pochv Respublicy Kazakhstan. // *Pochvovedenie i agrokimiya*. – 2015. – S.65-71.

7. M. Zhang, P.Li, M.Zhu. Ultralow-weight loading Ni catalyst supported on two-dimensional vermiculite for carbon monoxide methanation. // *Chinese Journal of Chemical Engineering*. – 2018. – Vol.26. – p.1873-1878

8. Marcos, C. Structural changes on vermiculite treated with methanol and ethanol and subsequent microwave irradiation/ C. Marcos, I. Rodriguez // *Applied clay science*. – 2016. – Vol. 123. – P. 304-314.

9. M.G. da Fonseca, M.M. de Oliveira, L.N.H. Arakaki. Natural vermiculite as an exchanger support for heavy cations in aqueous solution. *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2005. – Vol. 285. – P. 50-55.

10. Imran A., Hassan Y. Speciation of arsenic and chromium metal ions by reversed phase high performance liquid chromatography. *Chemosphere*. – 2002. – Vol.48(3). – P.275-278.

МРНТИ 34.35.51

<https://doi.org/10.51889/3005-6217.2024.79.1.016>

Семенухин В.В.* , Семенухина С.Ф., Адманова Г.Б.
Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова,
Казахстан, Актюбе

ДЕНДРОЛОГИЧЕСКИЕ БИОИНДИКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация

В наших исследованиях мы представляем методы биоиндикации для оценки качества окружающей среды с использованием дендрологических объектов. Наша цель – провести

быструю оценку качества воздуха в городе Актөбе, используя состояние хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), и ели обыкновенной (*Picea abies*). Для достижения этой цели мы сформулировали следующие задачи: изучение воздействия радиации на растительное сообщество, выявление основных закономерностей чувствительности хвойных пород к сернистому газу и их применение в качестве биоиндикаторов, освоение методов определения продолжительности жизни хвои и усвоение принципов метода, основанного на оценке степени повреждения хвои в зависимости от уровня загрязнения воздуха.

Во время исследования качества воздуха в городе Актөбе использовались хвойные деревья – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ели обыкновенной (*Picea abies*) - в качестве биоиндикаторов. Сбор материала и его исследование, а также составление таблиц проводились в течение трех месяцев, с 1 февраля по 1 мая. Для начала исследования были собраны образцы хвои сосны и ели из семи различных районов города, выбранных в соответствии с расчетами от менее загрязненных к более загрязненным.

По результатам исследования было обнаружено, что в большинстве выбранных районов воздух соответствует третьему классу – относительно чистому («норма»). Однако в двух районах было выявлено загрязнение: в Жилгородке и Жилинке. По состоянию хвои сосны в этих районах показатели загрязнения составляли 33% и 22,5% соответственно, а по состоянию хвои ели – 22% в Жилгородке. С использованием теста Гертеля на определение помутнения, было установлено, что в Жилгородке наблюдается сильное помутнение по сосне обыкновенной, а в Жилинке и на Автовокзале – слабое. По ели обыкновенной также наблюдается сильное помутнение в Жилгородке и Жилинке, а на Автовокзале – слабое. Остальные районы не имеют выраженного помутнения.

Ключевые слова: биологический мониторинг, биоиндикация, фитоиндикация, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель обыкновенная (*Picea abies*), экологический контроль, загрязнения, дендрология.

В.В. Семенихин, С.Ф. Семенихина, Г.Б. Адманова
Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті,
Ақтөбе, Қазақстан*

ҚОРШАҒАН ДЕНДРОЛОГИЯЛЫҚ БИОИНДИКАЦИЯЛЫҚ ОРТАНЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа

Біздің зерттеулерімізде біз дендрологиялық нысандарды пайдалана отырып, қоршаған ортаның сапасын бағалау үшін биоиндикация әдістерін ұсынамыз. Біздің мақсатымыз-Ақтөбе қаласында кәдімгі қарағай инелерінің (*Pinus sylvestris*) және кәдімгі шыршаның (*Picea abies*) жағдайын пайдалана отырып, ауа сапасын жылдам бағалау. Осы мақсатқа жету үшін біз келесі міндеттерді тұжырымдадық: өсімдіктер қауымдастығына радиациялық әсерді зерттеу, қылқан жапырақты ағаштардың күкірт газына сезімталдығының негізгі заңдылықтарын және олардың биоиндикацияда қолданылуын анықтау, инелердің өмір сүру ұзақтығын анықтауды үйрену және ауаның ластануына байланысты инелердің зақымдану дәрежесін бағалауға негізделген әдіс принципін түсіну.

Ақтөбе қаласында ауа сапасын зерттеу барысында қылқан жапырақты ағаштар – кәдімгі қарағай (*Pinus sylvestris*), Кәдімгі шырша (*Picea abies*) - биоиндикаторлар ретінде пайдаланылды. Материалды жинау және оны зерттеу, сондай-ақ кестелерді құру үш ай ішінде, 1 ақпаннан 1 мамырға дейін жүргізілді. Зерттеуді бастау үшін қаланың жеті түрлі аймағынан қарағай мен шырша инелерінің үлгілері жиналды, олар аз ластанғаннан ластанғанға дейін есептеулерге сәйкес таңдалды.

Зерттеу нәтижелері бойынша таңдалған аудандардың көпшілігінде ауа үшінші сыныпқа сәйкес келетіні анықталды - салыстырмалы түрде таза ("норма"). Алайда, екі ауданда ластану анықталды: тұрғын қалашықта және Жилинкада. Бұл аудандардағы қарағай инелерінің жағдайы бойынша ластану деңгейі сәйкесінше 33% және 22,5%, ал шырша инелерінің

жағдайы бойынша тұрғын қалашықта 22% құрады. Бұлыңғырлықты анықтау үшін Гертель сынағын қолдана отырып, Тұрғын үй қалашығында кәдімгі қарағайдың қатты бұлттылығы, ал Венкада және автовокзалда әлсіз екендігі анықталды. Кәдімгі шыршаның бойында тұрғын үй қалашығы мен Жилинкада қатты бұлыңғырлық байқалады, ал автовокзалда әлсіз. Қалған аудандарда бұлыңғырлық байқалмайды.

Түйін сөздер: биологиялық бақылау, биоиндикация, фитоиндикация, қарағай (*Pinus sylvestris*), шырша (*Picea abies*), экологиялық бақылау, ластану, дендрология.

*Semenikhin V. *, Semenikhina S., Admanova G.
K.Zhubanov Aktobe Regional University,
Aktobe, Kazakhstan*

DENDROLOGICAL BIOINDICATION METHODS OF ENVIRONMENTAL QUALITY RESEARCH

Annotation

In our research we present bioindication methods for environmental quality assessment using dendrological objects. Our goal is to conduct a rapid assessment of air quality in the city of Aktobe using the condition of needles of common pine (*Pinus sylvestris*), and common spruce (*Picea abies*). In order to accomplish this aim, we have outlined the following tasks: to investigate the impact of radiation on plant communities, to recognize the primary trends regarding the sensitivity of coniferous species to sulfur dioxide and their utilization in bioindication, to acquire the ability to ascertain the lifespan of needles, and to grasp the underlying principle of the method reliant on evaluating the extent of needle damage relative to air pollution.

During the air quality study in Aktobe city, coniferous trees - common pine (*Pinus sylvestris*), common spruce (*Picea abies*) - were used as bioindicators. The collection of material and its study, as well as the compilation of tables, was carried out over a period of three months, from February 1 to May 1. To start the study, pine and spruce needle samples were collected from seven different districts of the city, selected according to the calculation from less polluted to more polluted.

According to the results of the study, it was found that in most of the selected districts the air corresponds to the third class - relatively clean ("norm"). However, pollution was detected in two districts: in Zhilgorodok and Zhilyanka. For pine needles in these districts, the pollution indices were 33% and 22.5%, respectively, and for spruce needles - 22% in Zhilgorodok. Using Hertel's turbidity test, it was found that in Zhilgorodok there was a strong turbidity in common pine, while in Zhilyanka and Avtovokzal there was a weak turbidity. There is also strong turbidity in Zhilgorodok and Zhilyanka, and weak turbidity in Avtovokzal. The rest of the districts have no pronounced turbidity.

Keywords: biological monitoring, bioindication, phytoindication, pine (*Pinus sylvestris*), spruce (*Picea abies*), environmental control, pollution, dendrology.

Основные положения. В статье мы применили методы биоиндикации, основанные на состоянии хвои сосны и ели, для оценки уровня загрязнения воздуха в различных районах города Актобе и использовали экспресс-оценку загрязнения воздуха на основе состояния хвои, чтобы быстро и относительно дешево оценить качество воздуха в различных районах города.

В статье приводятся результаты и выводы исследования, показывая, что большинство районов города имеют относительно чистый воздух, однако два района (Жилгородок и Жилинка) выделяются как загрязненные. Это подтверждается как результатами экспресс-оценки загрязнения, так и тестом Гертеля на помутнение.

Исследование представляет практическую ценность для органов управления окружающей средой и городской инфраструктуры, так как позволяет выявлять районы с высоким уровнем загрязнения и принимать меры по его снижению. Эти основные положения статьи

помогают понять методологию и результаты исследования, а также его значимость для решения проблемы качества воздуха в городской среде.

Введение. Одной из основных социально-экономических задач в современном обществе является исследование состояния и качества окружающей среды, а также прогнозирование её изменений под воздействием человеческой деятельности [1,2,3]. Важно выявлять потенциальные последствия антропогенного воздействия на природную среду и определять безопасные уровни техногенной нагрузки с учетом экологических аспектов [4,5].

Биоиндикация представляет собой элемент экологического мониторинга окружающей среды. Она представляет собой систему контроля, прогнозирования и оценки различных изменений в флоре и фауне, вызванных воздействием человека деятельности. Этот метод позволяет непосредственно оценивать качество среды и является неотъемлемой частью комплексного изучения экосистемы. Главная цель биоиндикации - контроль уровня загрязнения биоты с возможностью раннего выявления проблем, проведения исследований и разработки предположений [4,5].

В рамках фитоиндикации, одного из направлений биологического мониторинга, несмотря на быстрый прогресс в физико-химической биологии, чаще всего акцент делается на анатомических и морфологических изменениях растений. Эти исследования и анализы обычно привлекают своей невысокой стоимостью труда и ресурсов при контроле и оценке степени воздействия на окружающую среду.

Предложение метода биоиндикации, основанного на изучении особенностей хвойных пород (в данном случае, сосны обыкновенной и ели обыкновенной), может быть рассмотрен как основной подход в фитомониторинге для оценки уровня загрязнения воздуха зимой.

При исследовании морфологических характеристик хвои сосны и ели обыкновенной, уровень хлороза и некроза хвоинок пропорционален расстоянию от источника загрязнения, жизненному циклу и весу хвои, который увеличивается с удалением от источника загрязнения.

Идеальный биологический индикатор должен соответствовать нескольким критериям:

- он должен быть типичным для изучаемой среды;
- в экосистеме, которую мы исследуем, он должен иметь большую численность;
- этот индикатор должен пребывать в данном месте на протяжении нескольких лет, чтобы мы могли отслеживать изменения в загрязнении со временем;
- он должен существовать в условиях, подходящих для сбора образцов;
- необходимо иметь возможность проводить анализы напрямую, без необходимости предварительной обработки образцов;
- наблюдается положительная связь между уровнем загрязняющих веществ в организме-индикаторе и в окружающей среде;
- индикатор должен быть использован в своей естественной среде обитания. [6,7].

Биологические индикаторы могут быть классифицированы по типу ответной реакции как чувствительные и кумулятивные. Чувствительные индикаторы проявляют явную реакцию на стресс, выходящую за пределы нормы их жизнедеятельности, тогда как кумулятивные индикаторы накапливают воздействие человека, превышая обычный уровень в природной среде без заметных изменений [8, 9,10].

Материалы и методы исследования. Для проверки на усыхание и повреждение хвоинок сосны и ели мы использовали следующие методы: тест-анализ и биотестирование на радио загрязнения окружающей среды; оценка состояния хвоинок на визуализацию; тест помутнения по методу Гертеля.

Мы использовали материалы и оборудование: лупа для детального осмотра хвои; стенды с образцами хвои разной степени поврежденности для сравнения и анализа; пробирки и дистиллированная вода для проведения теста помутнения по методу Гертеля; таблицы и инструкции для оценки состояния хвоинок и интерпретации результатов.

Для проверки на усыхание и повреждение хвоинок сосны и ели были нами использованы методы тест-анализа и биотестирования на радио загрязнения окружающей среды по г. Актобе. А также оценка состояния хвоинок на визуализацию. Далее нами были исследованы

хвоинки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели (*Picea abies*) обыкновенной на тест помутнения по Гертелю. Для проведения исследования были использованы следующие материалы и оборудование: лупа, стенды с образцами хвои разной степени поврежденности. Главная цель исследования заключалась в проведении экспресс-оценки качества воздуха в городе Актобе на основе состояния хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели обыкновенной (*Picea abies*).

Для достижения нашей цели мы определили следующие задачи исследования:

1. Освоить воздействие радиации на растительное сообщество.
2. Изучить основные закономерности чувствительности хвойных деревьев к сернистому газу и их применение в биоиндикации.
3. Овладеть методами определения продолжительности жизни хвои.
4. Понять принцип метода, основанного на оценке зависимости степени повреждения хвои от загрязнения воздуха.

Использованные материалы и оборудование включают в себя лупу и стенды с образцами хвои различной степени поврежденности. Мы также определили районы города Актобе для оценки радиационных и общеэкологических показателей качества воздуха на основе состояния хвои. Эти районы включают Автовокзал, 5 микрорайон, Жилгородок, Авиагородок, Батыс-2, Жилинка, Акжар 2 (контроль). Затем мы определили критерии для оценки радиационных эффектов, такие как повреждение и усыхание хвои.

Критерий "Повреждения хвои" оценивается по трем классам повреждений:

1. Хвоинки без пятен.
2. С небольшим числом мелких пятнышек.
3. С большим количеством черных и желтых пятен, включая крупные пятна, занимающие всю ширину хвоинки.

Критерий "Усыхание" имеет четыре класса уровня усыхания:

1. Отсутствие сухих участков.
2. Усох кончик на 2-5 мм.
3. Усохла треть хвоинки.

Вся хвоинка желтая или более половины ее длины сухая.

При изучении состояния хвои в первую очередь оценивается степень повреждения и усыхания. Объектом исследования является верхняя часть ствола хвои. Сначала внимательно рассматривается хвоя в центральной части прошлогоднего побега (второй сверху), после чего проводится анализ и определение классов критериев повреждения и усыхания хвоинок. При этом нужно учитывать то, что шип на конце хвои не учитывается при оценке повреждения или усыхания, так как он всегда имеет окраску более светлую.

Все хвоинки делят на 3 группы (целая неповрежденная хвоя, хвоя с пятнышками и хвоя с признаками усыхания).

Результаты исследования и их обсуждение. Наше исследование состояло из следующих этапов:

- 1) Мы выбрали сосны и ели высотой 1-1,5 м на открытой местности с 8-15 боковыми побегами.
- 2) Осмотрели хвойные побеги предыдущего года (вторые сверху мутовки) у каждого дерева.
- 3) Затем мы оценили степень повреждения хвои, учитывая наличие хлоротичных пятен, некротических точек, и т. д.
- 4) После этого мы определили продолжительность жизни хвои. Продолжительность жизни хвои сосны и ели в годах (см. таблицу 1).
- 5) Информация об уровне повреждения хвои сосны (*Pinus sylvestris*) была записана в таблице 2 и 3.
- 6) Результаты учетов «Усыхания» занесли в таблицах 4 – 6.
- 7) Выполнили быструю оценку загрязнения воздуха по классу повреждения хвои на двухлетних побегах, используя таблицу 6.

Данные экспресс-оценки воздуха (I – II), проведенные с использованием сосны обыкновенной и ели в г. Актобе по всем образцам представлены в таблицах 7 и 8.

8) Далее нами были исследованы хвоинки сосны обыкновенной и ели обыкновенной на тест помутнения по Гертелю.

Согласно методу, разработанному Гертелем, чем толще восковый слой на хвое сосны или ели, тем выше концентрация сернистого газа, оказывающего воздействие на него. Процесс состоит в том, что определенное количество хвоинок подвергается кипячению в дистиллированной воде. Предполагается, что степень помутнения прямо пропорциональна количеству воска, покрывающего хвою. Чем выше мутность, тем выше концентрация диоксида серы в воздухе в данном районе. В ходе исследования были выполнены следующие шаги:

- из каждого района было взято по 10 хвоинок сосны и ели и помещено в индивидуальные пробирки;
- затем в каждую пробирку было добавлено одинаковое количество дистиллированной воды;
- пробирки нагревались и кипятились при помощи спиртовки в течение 5 минут;
- оценивалась степень помутнения воды в пробирках с хвоинками, а также сравнивалась с чистой дистиллированной водой. Степень помутнения воды каждой пробирки из каждого района была занесена в таблицы 9 и 10.

Таблица 1- Срок жизни хвои сосны и ели, выраженный в годах

№	Образцы хвои сосны (<i>Pinus sylvestris</i>)	Продолжительность жизни хвои (<i>Pinus sylvestris</i>)	Образцы хвои ели (<i>Picea abies</i>)	Продолжительность жизни хвои (<i>Picea abies</i>)
1	Автовокзал	2,5 года	Автовокзал	1,5 года
2	5 микрорайон	2 года	5 микрорайон	2,5 года
3	Жилгородок	2 года	Жилгородок	3 года
4	Авиагородок	2 и более	Авиагородок	2 года
5	Батыс 2	2 года	Батыс – 2	2 года
6	Жилянка	2 года	Жилянка	2,5 года
7	Акжар 2	1,5 и более	Акжар 2	2 года

Таблица 2- Информация об уровне повреждения хвои сосны (*Pinus sylvestris*)

Характеристика состояния хвои сосны (<i>Pinus sylvestris</i>)	Число иголок/хвоинок	Процентное соотношение числа хвоинок к общему количеству обследованных, %
Проанализировано		100
<i>Информация об уровне повреждения хвои сосны:</i>		
<i>Автовокзал</i>		
Первый класс	108 (160)	68% не имели пятен
Второй класс	52	34% имели небольшое количество мелких пятен
Третий класс	нет	нет
<i>5 микрорайон</i>		
Первый класс	(164)	нет
Второй класс	130	79 % хвоинок имели небольшое количество мелких пятен

Третий класс	34	19% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>Жилгородок</i>		
Первый класс	(232)	нет
Второй класс	126	54% хвоинок имели небольшое количество мелких пятен
Третий класс	106	46% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>Авиагородок</i>		
Первый класс	52 (140)	37% хвоинок не имели пятен
Второй класс	82	58% имели небольшое количество пятен
Третий класс	6	5% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>Батыс 2</i>		
Первый класс	101 (228)	44% хвоинок не имели пятен
Второй класс	114	50% имели небольшое количество пятен
Третий класс	13	6% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>Жилянка</i>		
Первый класс	32 (161)	20% хвоинок не имели пятен
Второй класс	84	52% имели небольшое количество пятен
Третий класс	46	28% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>Акжар 2</i>		
Первый класс	(152)	нет
Второй класс	122	80% имели небольшое количество пятен
Третий класс	30	20% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные

По результатам проверки уровня повреждения хвои сосны (*Pinus sylvestris*) наблюдаются повреждения третьего класса опасности в районах – 5 мкр., Авиагородок, Жилгородок, Батыс 2, Жилянка, Акжар 2.

Таблица 3- Информация об уровне повреждения хвои сосны (*Picea abies*)

Характеристика состояния хвои сосны (<i>Picea abies</i>)	Число иголок/хвоинок	Процентное соотношение числа хвоинок к общему количеству обследованных, %
Проанализировано		100
<i>Информация об уровне повреждения хвои сосны:</i>		
<i>Автовокзал</i>		
Первый класс	46 (97)	48% хвоинок не имели пятен
Второй класс	41	42% хвоинок имели небольшое количество мелких пятен
Третий класс	10	10% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>5 микрорайон</i>		
Первый класс	101 (158)	64% хвоинок не имели пятен
Второй класс	41	42% хвоинок имели небольшое количество мелких пятен
Третий класс	10	10% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>Жилгородок</i>		
Первый класс	115 (186)	62% хвоинок не имели пятен
Второй класс	31	17% хвоинок имели небольшое количество мелких пятен

Третий класс	40	22% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>Авиагородок</i>		
Первый класс	109 (133)	82% хвоинок не имели пятен
Второй класс	19	14% хвоинок имели небольшое количество мелких пятен
Третий класс	5	4% с большое количество черных и желтых пятен, включая крупные
<i>Батыс 2</i>		
Первый класс	97 (150)	65% хвоинок не имели пятен
Второй класс	53	35% хвоинок имели небольшое количество мелких пятен
Третий класс	нет	нет
<i>Жилинка</i>		
Первый класс	59 (161)	37% хвоинок не имели пятен
Второй класс	53	33% хвоинок имели небольшое количество мелких пятен
Третий класс	49	30% большое количество черных и желтых пятен, включая крупные у
<i>Акжар 2</i>		
Первый класс	72 (97)	74% хвоинок не имели пятен
Второй класс	25	26% хвоинок имели небольшое количество мелких пятен
Третий класс	нет	нет

По результатам проверки уровня повреждения хвои сосны (*Picea abies*) наблюдаются повреждения третьего класса опасности в районах – 5 мкр., Авиагородок, Жилгородок, Жилинка, Акжар 2. В районе Батыс 2 – не наблюдается.

*Таблица 4 - Результаты учетов
«Усыхания» хвои сосны (Pinus sylvestris)*

Характеристика состояния хвои сосны	Число иголок/хвоинок	Процентное соотношение числа хвоинок к общему количеству обследованных, %
Проанализировано		100
<i>Усыхание хвои сосны:</i>		
<i>Автовокзал</i>		
Первый класс	106 (160)	66% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	51	32% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	3	2% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	нет	нет
<i>5 микрорайон</i>		
Первый класс	56 (164)	34% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	78	48% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	21	13% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	9	5% вся хвоинка была желтая или более половины ее длины были сухими
<i>Жилгородок</i>		
Первый класс	27 (232)	12% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	94	40% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	65	28% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	46	20% вся хвоинка была желтая или более половины ее длины были сухими
<i>Авиагородок</i>		

Первый класс	95 (140)	68% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	31	22% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	14	10% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	нет	нет
<i>Батыс 2</i>		
Первый класс	143 (228)	63% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	68	30% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	12	5% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	5	2% вся хвоинка была желтая или более половины ее длины были сухими
<i>Жилынка</i>		
Первый класс	15 (161)	9% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	84	52% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	34	21% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	28	17% вся хвоинка была желтая или более половины ее длины были сухими
<i>Акжар 2</i>		
Первый класс	69 (152)	45% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	57	38% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	26	17% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	нет	нет

По результатам проверки учетов «Усыхания» хвои сосны (*Pinus sylvestris*) наблюдаются повреждения третьего класса опасности во всех районах и появляется четвертый класс опасности также во всех районах кроме – Автовокзала и Акжар 2, где данного класса опасности – не наблюдается.

Таблица 5 - Усыхание хвои ели (*Picea abies*)

Характеристика состояния хвои сосны (<i>Picea abies</i>)	Число иголок/хвоинок	Процентное соотношение числа хвоинок к общему количеству обследованных, %
Проанализировано		100
<i>Усыхание хвои ели:</i>		
<i>Автовокзал</i>		
Первый класс	20 (97)	21% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	66	68% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	11	11% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	нет	нет
<i>5 микрорайон</i>		
Первый класс	84 (158)	53% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	68	43% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	6	4% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	нет	нет
<i>Жилгородок</i>		
Первый класс	98 (186)	53% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	49	26% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	39	21% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	нет	нет
<i>Авиагородок</i>		
Первый класс	98 (133)	74% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	19	14% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	5	4% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	11	8% вся хвоинка была желтая или более половины ее длины были сухими
<i>Батыс 2</i>		

Первый класс	95 (150)	63% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	52	35% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	нет	нет
Четвертый класс	3	2% вся хвоинка была желтая или более половины ее длины были сухими
<i>Жилиянка</i>		
Первый класс	39 (161)	24% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	118	73% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	нет	нет
Четвертый класс	4	2% вся хвоинка была желтая или более половины ее длины были сухими
<i>Акжар 2</i>		
Первый класс	76 (97)	78% хвоинок не имели сухих кончиков
Второй класс	12	12% хвоинок усох кончик на 2-5 мм
Третий класс	9	9% усохла одна треть хвоинки
Четвертый класс	нет	нет

По результатам проверки «Усыхание» хвои ели (*Picea abies*) наблюдаются повреждения третьего класса опасности во всех районах, кроме Батыс 2 и Жилиянка, и также появляется четвертый класс опасности во всех районах, кроме – Авиагородок, Батыс 2 и Жилиянка, где данного класса опасности – не наблюдается.

Таблица 6 - Экспресс-оценка загрязнения воздуха (I – VI) на основе повреждения хвои

№	Характеристики и уровни опасности	%
1	Уровень I – воздух идеально чистый	не превышает 3%
2	Уровень II – чистый	находится в диапазоне от 3 до 10%.
3	Уровень III – относительно чистый («норма»)	составляет от 10 до 20%.
4	Уровень IV – загрязненный («тревога»)	от 20 до 35%
5	Уровень V – грязный («опасно»)	от 35 до 45%
6	Уровень VI – очень грязный («вредно»)	от 45 до 65%
7	Уровень НС – невозможные сочетания	более 65%

Таблица 7-Экспресс – оценка загрязнения воздуха (I – VI) с использованием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в городе Актобе

Образцы	Повреждение	Усыхание	Среднее значение	Класс опасности (уровень)
Автовокзал	2 класс – 34%	3 класс – 2%	18%	III соответствует относительно чистому состоянию («норма»)
5 микрорайон	3 класс – 19%	4 класс – 5%	12%	III соответствует относительно чистому состоянию («норма»)
Жилгородок	3 класс – 46%	4 класс – 20%	33%	IV – загрязненный («тревога»)
Авиагородок	3 класс – 5%	3 класс – 10%	7,5%	II – чистый
Батыс 2	3 класс – 6%	4 класс – 2%	4%	II – чистый
Жилиянка	3 класс – 28%	4 класс – 17%	22,5%	IV – загрязненный («тревога»)
Акжар 2	3 класс – 20%	3 класс – 17%	18,5%	III соответствует относительно чистому состоянию («норма»)

Исследование на экспресс – оценку загрязнения воздуха (I – VI) с использованием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в городе Актобе показало класс опасности IV – загрязненный («тревога») в районах – Жилгородок (33%), Жилинка (22,5%).

Таблица 8 - Экспресс – оценка загрязнения воздуха (I – VI) с использованием ели (*Picea abies*) в городе Актобе

Образцы	Повреждение	Усыхание	Среднее значение	Класс опасности
Автовокзал	3 класс – 10%	3 класс – 11%	10,5%	III соответствует относительно чистому состоянию («норма»)
5 микрорайон	3 класс – 3%	3 класс – 4%	3,5%	II – чистый
Жилгородок	3 класс – 22%	3 класс – 21%	22%	IV – загрязненный («тревога»)
Авиагородок	3 класс – 4%	4 класс – 8%	6%	II – чистый
Батыс 2	2 класс – 35%	4 класс – 2%	18,5%	III соответствует относительно чистому состоянию («норма»)
Жилинка	3 класс – 30%	4 класс – 2%	16%	III соответствует относительно чистому состоянию («норма»)
Акжар 2	2 класс – 26%	2 класс – 9%	17,5%	III соответствует относительно чистому состоянию («норма»)

Исследование на экспресс – оценку загрязнения воздуха (I – VI) с использованием ели (*Picea abies*) в городе Актобе показало класс опасности IV – загрязненный («тревога») в районах – Жилгородок (22%).

Таблица 9 - Степень помутнения воды по сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

Районы	I–Без помутнения	II–Слабое помутнение	III–Сильное помутнение
Автовокзал		+	
5 микрорайон	+		
Жилгородок			+
Авиагородок	+		
Батыс 2	+		
Жилинка		+	
Акжар 2	+		

Таблица 10 - Степень помутнения воды по ели обыкновенной (*Picea abies*)

Районы	I – Без помутнения	II – Слабое помутнение	III– Сильное помутнение
Автовокзал		+	
5 микрорайон		+	
Жилгородок			+
Авиагородок	+		
Батыс 2	+		
Жилинка			+
Акжар 2	+		

Устойчивость организмов к действию радиации и распространение радиоактивных веществ в окружающей среде представлены на диаграммах 1 и 4.

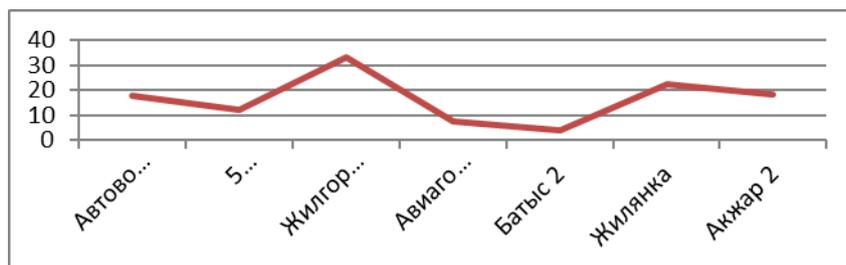


Диаграмма - 1. Экспресс – оценка загрязнения воздуха по сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

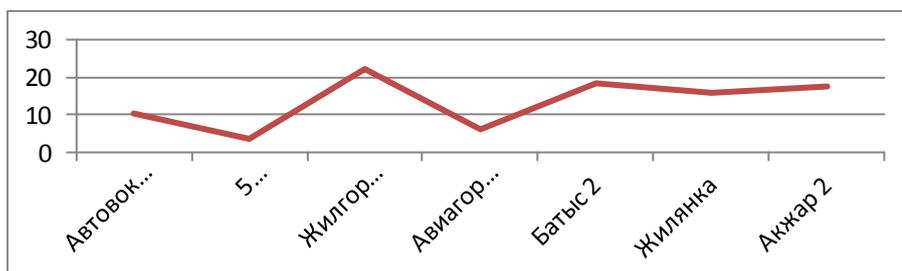


Диаграмма - 2. Экспресс – оценка загрязнения воздуха по ели обыкновенной (*Picea abies*)

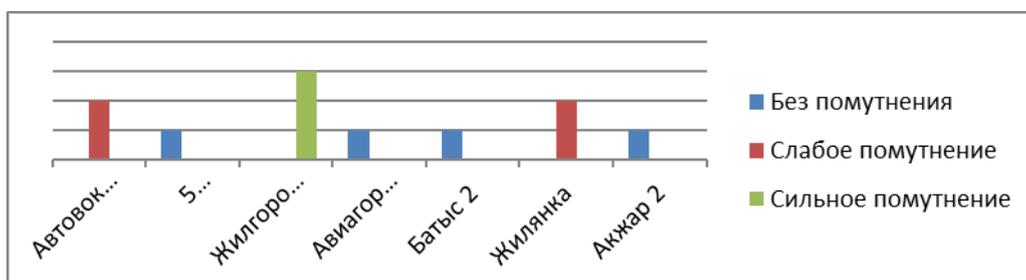


Диаграмма - 3. Степень помутнения воды по тесту Гертеля по сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

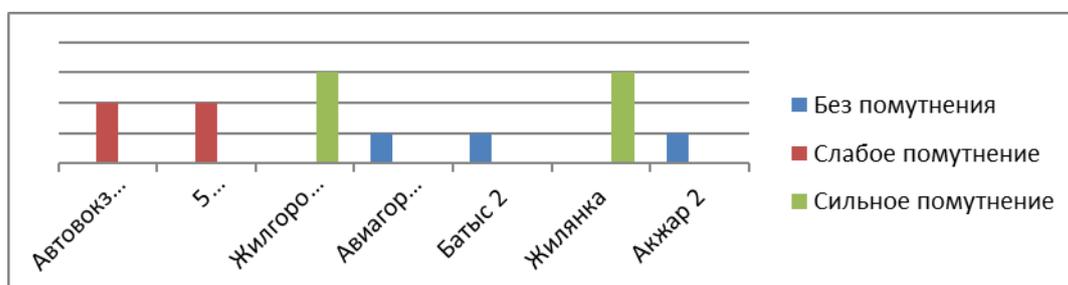


Диаграмма - 4. Степень помутнения воды по тесту Гертеля по ели обыкновенной (*Picea abies*)

По итогам нашего исследования, мы делаем вывод о том, что в основном воздух в выбранных районах оказался III классом – относительно чистым («норма»). Но загрязненными были выявлены 2 района, где по состоянию хвои сосны показатели, в соответствии с экспресс оценкой загрязнения воздуха по классу повреждения хвои, составляли 33% (Жилгородок) и 22,5% (Жилиянка), а по состоянию хвои ели 22% (Жилгородок) (диаграмма 1, 2). Соответственно данные показатели говорят о том, что именно эти районы имеют общее состояние загрязнения воздуха – IV – загрязненный («тревога»). По тесту Гертеля на помутнение, в результате исследования, было установлено, что I – сильное помутнение по сосне обыкновенной имеет район Жилгородок, а II – слабое помутнение район Автовокзал и Жилиянка, остальные же районы не имеют помутнение (диаграмма 3). По ели обыкновенной было установлено, что I – сильное помутнение имеет район Жилгородок и Жилиянка, а II – слабое помутнение район Автовокзал, 5 – микрорайон, остальные же районы не имеют помутнение (диаграмма 4). Сильное помутнение говорит о большом количестве сернистого газа в воздухе данного района. Слабое помутнение о умеренном количестве сернистого газа в воздухе. По итогам нашего исследования по тесту Гертеля, в выбранных нами районах среднее значение помутнения – I – не имеют помутнения. В результате, мы установили, что загрязненными районами г. Актобе является район Жилгородок и Жилиянка.

Заключение. В результате проведенного нами исследования можно сделать вывод о качестве воздуха в выбранных районах. Большинство из них оценили как III класс – относительно чистый («норма»). Однако были выявлены два района с повышенным уровнем загрязнения: Жилгородок и Жилиянка. Это подтверждается результатами экспресс-оценки загрязнения воздуха по состоянию хвои сосны и ели. В данных районах характеризуется IV классом – загрязненный («тревога»). Согласно тесту Гертеля на помутнение, Жилгородок и Жилиянка также выделяются сильным помутнением, указывающим на высокое содержание сернистого газа в воздухе. В то время как другие районы, в целом, не показывают значительного помутнения. Таким образом, наше исследование подтверждает, что районы Жилгородок и Жилиянка можно считать загрязненными в городе Актобе.

Список использованной литературы:

1. Ангалыт Е.М. Биологический анализ хвои, шишек и семян сосны обыкновенной в условиях городской среды // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014. №3. С. 156-158.
2. Шуберт Р. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем. - М.: Мир, 1988. – 348
3. Алексеев П.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / П.В. Алексеев - Л.: Агропромиздат, 1987. - 142 с.
4. Сиротюк, Э.А. Биологические методы контроля качества и защиты биосферы: учебно-методическое пособие. – 2-е изд. / Э.А. Сиротюк – Майкоп: Изд. ФГБОУ ВО «МГТУ», 2016. – 65 с.
5. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка / В.А. Алексеенко. - М.: Логос, 2006. - 520 с.
5. Prasad M.N. V. (Ed). *Heavy Metal Stress in Plants: from Biomolecules to Ecosystems*, 2nd ed. - Heidelberg. Springer-Verlag., 2004. - 462 p.
6. Айдосова С.С. *Cichorium intybus* L. как объект биоиндикации и фиторемедиации / С.С. Айдосова, К.С. Сагындык // *Вестник КАЗНУ*. - Сер.биол. - 2007. -№3 (33). -С. 3-7.
7. Аталикова А.С. Оценка и биомониторинг негативного воздействия на окружающую среду Темиртауского промышленного комплекса: автореф. дис. ... канд. биол. Наук: 03.00.16 / Аталикова Алия Сейсембаевна. - Алматы, 2009. -25 с.
8. Асылбекова Г.Е. Оценка Экологического состояния урбоэкосистемы г. Павлодара с использованием растительных объектов: автореф. дис. ... канд.биол.наук: 03.02.08 / Асылбекова Гульмира Ермековна. - Новосибирск, 2010.-24 с.

9. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений /Н.П. Битюцкий. - Сбп: Изд.-во Сбп университета, 2011. - 368 с.

10. Ежегодные статистические сборники «О состоянии охраны атмосферного воздуха в Республики Казахстан» // Статистический сборник. -2011. - Т. 1-3. Астана.

References:

1. Angalt E.M. *Biological analysis of needles, cones and seeds of common pine in urban environment* // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universitet.* 2014. №3. С. 156-158.

2. Shubert R. *Bioindication of pollution of terrestrial ecosystems.* – М.: Mir, 1988. - 348

3. Alekseev P.V. *Heavy metals in soils and plants* / P.V. Alekseev- L.: Agropromizdat, 1987. - 142 с.

4. Sirotiuk, E.A. *Biological methods of quality control and biosphere protection: educational and methodical manual.* - 2nd ed. / E.A. Sirotyuk - Maikop: Izd. FGBOU VO "MSTU", 2016. - 65 с.

5. Alekseenko, V.A. *Ecological and geochemical changes in the biosphere. Development, assessment* / V.A. Alekseenko. - Moscow: Logos, 2006. - 520 с.

5. Prasad M.N. V. (Ed). *Heavy Metal Stress in Plants: from Biomolecules to Ecosystems*, 2nd ed. - Heidelberg. Springer-Verlag., 2004. - 462 p.

6. Aidosova S.S. *CichoriumintybusL. as an object of bioindication and phytoremediation* / S.S. Aidosova, K.S. Sagyndyk // *Bulletin of KAZNU.* - Ser.biol. - 2007. -№3 (33). -С. 3-7.

7. Atalikova A.C. *Assessment and biomonitoring of the negative impact on the environment of Temirtau industrial complex: autoref. dis. ... Cand. of Biological Sciences: 03.00.16* / Atalikova Aliya Seisembaevga. - Almaty, 2009. -25 с.

8. Asylbekova G.E. *Assessment of the ecological state of the urban ecosystem of Pavlodar city with the use of plant objects: autoref. diss. ... Cand.biol.nauki: 03.02.08* / Asylbekova Gulmira Ermekovna. - Novosibirsk, 2010.-24 p.

9. Bityutsky N.P. *Microelements of higher plants* / N.P. Bityutsky. - Sbp: Izd.-vo Sbp University, 2011. - 368 с.

10. *Annual statistical collections "On the state of protection of atmospheric air in the Republic of Kazakhstan"* // *Statistical Collection.* -2011. - Т. 1-3. Астана.