

**Ларионов Максим Викторович,**

*д.биол.н., профессор;*

**Ершов Василий Александрович,**

*студент 4 курса факультета естественно-научного и педагогического образования,*

*Балашовский институт (филиал),*

*ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,*

*г. Балашов, Саратовская область*

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ЗОН Г. БАЛАШОВА С ПОМОЩЬЮ ФИТОИНДИКАЦИИ**

**Аннотация.** В данной работе освещаются результаты экомониторинговых исследований в течение 2014-2016 годов вдоль автодорог в г. Балашове Саратовской области. Исследованиями охвачены селитебная и рекреационная зоны. Проценты повреждения еловых хвоинок соотнесены с показателями интенсивности автотранспорта. Разработана шкала экологической оценки изучаемых районов (в %). Приведены рекомендации по оздоровлению окружающей среды.

**Ключевые слова:** город Балашов, фитоиндикация транспортных зон, шкала экологической оценки.

Города Поволжья и Саратовской области, в том числе, представляют сложные природно-технические системы, т.е. определенное территориальное и функциональное сочетание искусственных и природных компонентов. При этом природные компоненты, прежде всего, зеленые насаждения и сохранившиеся почвы, в городах являются наиболее хрупкими элементами сложившейся ландшафтной структуры, хотя составляют основу экологического каркаса урболандшафтов [4-6, 8]. Сказанное в полной мере относится к Балашову с населением около 80 тыс. человек, четвёртому по экономическому потенциалу городу Саратовской области.

*Цель работы* заключалась в изучении степени антропогенного прессинга со стороны автомобильного транспорта в г. Балашове. Исследования и наблюдения выполнялись в 2014-2016 гг. в течение каждого месяца трёхкратно (в начале, середине и в конце).

*Материалы и методы исследований.* В ходе работы осуществлялось:

1. Работа с электронными картохемами с помощью глобальной сети для предварительного изучения плана города и для последующего выбора и размещения пунктов мониторинга.

2. Изучение структуры и выбор объектов в качестве биоиндикаторов.

3. Визуальное изучение ландшафтных особенностей местности и визуальная оценка интенсивности автомобилепотоков – осуществлялось маршрутным методом.

4. Выбор пунктов мониторинговых наблюдений на улицах города, где произрастают растения, использованные впоследствии в качестве биоиндикаторов среды. Пункты наблюдения представляли собой своеобразные пробные площади. Их размеры варьировались в зависимости от архитектурно-ландшафтной структуры местности, размеров газонов и от размещения самих модельных деревьев.

За условный контроль (1-й пункт мониторинга) принята часть городского парка имени Куйбышева с фонтаном, где в составе хвойных (ель колючая, лжетсуга Мензиеса) произрастают и деревья ели европейской, использованные в работе в качестве биологических индикаторов состояния окружающей среды.

Типичный культурный ландшафт (в нашем случае парк). Рельеф равнинный, за территорией беговой дорожки с незначительными понижениями. Активно посещаемая населением городская рекреационная зона. Территория заасфальтирована, газонные участки значительные и заняты древесными насаждениями: вокруг фонтана – хвойными, вокруг беговой дорожки – лиственными древесными растениями. Хвойные насаждения в этом пункте мониторинга в целом ухожены. Почва в нормальном состоянии, разрыхлённая. Мусора не обнаружено. Антропогенная нагрузка связана с посещением парка населением и движением машин по ул. Ленина (визуально – движение по ул. Ленина активное интенсивное; причем движение грузовых машин запрещено).

2-й пункт наблюдений расположен по улице К. Маркса, около гостиницы «Хопёр». Прилегающая территория заасфальтирована. Ландшафт культурный. Рельеф равнинный; наблюдается незначительный уклон с юго-запада на северо-восток. Газонные участки незначительные и заняты преимущественно листопадными растениями. Но имеются и хвойные, в том числе ель обыкновенная. Насаждения хвойных ухожены. Мусора на газонах визуальное не обнаружено. Антропогенная нагрузка здесь определяется подъездом различных автомашин к зданию гостиницы, интенсивным движением автомобилей по ул. К. Маркса и отдыхом людей (на лавочках в пределах насаждений). Разрешено движение только легковых и легких грузовых автомобилей массой до 3,5 тонн, а также автобусов.

3-й пункт мониторинга – справа от 1-го пятачка КПП, в районе Балтекса и Волгоинвестбанка (улица Орджоникидзе).

Визуальная оценка показала: автомобильный поток постоянный и интенсивный. Ландшафт культурный. Рельеф равнинный. Из хвойных здесь имеются насаждения ели колючей, канадской и ели обыкновенной. Здесь же имеются лавочки, где любят проводить досуг местные жители. Территория и древесные насаждения относительно ухоженные. Антропогенная нагрузка связана, прежде всего, с движением автотранспорта и с посещением людьми, которые, мягко говоря, иногда мусорят.

Таким образом, в районе всех трёх участков мониторинга движение автотранспорта визуальное признано как интенсивное.

5. Подсчёт и сравнение количества автотранспорта по категориям (легковые машины, лёгкие, средние и тяжёлые грузовые машины, автобусы) за единицу времени. В книге А.И. Зарубова приводятся оценочные критерии интенсивности автотранспорта [3]: «очень низкая» – до 2 тыс. автомобилей в сутки; «низкая» – 2–7 тыс. автомобилей в сутки; «средняя» – 8-17 тыс. автомобилей в сутки; «высокая» – 18-27 тыс. автомобилей в сутки.

К числу легких грузовых машин отнесены все микроавтобусы и внедорожники, так как сопоставимы с ними по массе. В течение 20 минут

утром, днем и вечером производился подсчёт автомобилей. Затем полученные данные пересчитывались за час (т.е. умножались на 3) и за сутки (умножались на 24). Вычислялись средние арифметические значения интенсивности автомобилепотоков по всем категориям учтённого транспорта и за одни сутки.

6. Фиксация наблюдений, в том числе фотографирование объектов исследований.

7. Выполнение биологического мониторинга с использованием в роли биоиндикатора *Picea abies* (L.) Karst [1, 2].

Ель обыкновенная (или европейская) – *Picea abies* (L.) Karst – является лесным растением [1]. В нашей местности в природе не встречается. Зато давно используется в озеленении, требовательна к плодородию почвы, предпочитает увлажненные, но не заболоченные почвы. Засухоустойчива, морозостойка, но часто страдает (особенно ювенильные особи) от весенних заморозков. Является круглогодичным индикатором состояния среды обитания, как и *Pinus sylvestris* L.

Если считать почвенно-экологические условия её произрастания в городе Балашове приемлемыми (деревья растут на газонных участках, реплантоземах), то, таким образом, преимущественно от качества наземно-воздушной среды зависит и состояние самих растений [6-8].

Индикаторным признаком служило состояние хвои, отбравшейся со стороны загрязнения (дороги) с боковых побегов 2-го и 3-го года жизни на уровне роста человека (их мы определяли по мутовкам). Классы повреждения и усыхания хвои представлены идентифицировались следующим образом: I – у хвоинок отсутствовали пятна и следы усыхания (абсолютно здоровые хвоинки); II и III – наличие желтых, темных пятен; IV-VI – усыхание хвоинок (соответственно, слабое верхушечное усыхание, усыхание до 1/3 и 1/2 от площади хвоинки) [1].

За каждый день биомониторинга отбиралось по 40 еловых хвоинок с 5 модельных деревьев одной возрастной стадии (средневозрастной генеративной), что в итоге составило по 200 хвоинок с каждого пункта мониторинга.

Для этого разработана условная градация степени загрязнения окружающей среды: 25 и менее % здоровых хвоинок – высокое загрязнение, 26-45% здоровых хвоинок – загрязнение среды в средней степени, 46-65% здоровых хвоинок – загрязнение среды слабое, от 66 и выше % здоровых хвоинок – состояние среды обитания ели относительно чистое.

*Результаты, их представление и обсуждение.* В процессе учётов автотранспорта по различным категориям получены цифровые данные, из которых вычислены средневзвешенные величины. Последние зафиксировали в форме табличного материала для наглядности.

Результаты учета автотранспорта по дороге на ул. Ленина отражены на таблице 1, где транспортные средства в ячейках слева представлены по категориям и слева – цифровые значения интенсивности их передвижения.

Таблица 1 – Интенсивность автотранспорта на участке мониторинга № 1 (условный контроль, парк им. Куйбышева)

	Тип ТС	Кол-во ТС <sub>ср</sub>	Интенсивность ТС
1	легковой	6572,4	«низкая» (2-7 тыс. ТС/сут.)
2	легкий грузовой	485,8	
3	средний грузовой		
4	тяжёлые грузовики		
5	автобусы	125,6	
	всего:	7373,8	

Интенсивность движения автотранспорта на этом участке дороги, согласно диагностическим критериям, «низкая» (7000 с небольшим тысяч единиц).

На таблице 2 приведены среднеарифметические значения регистрации автотранспорта по дороге в районе участка мониторинга №2 (улица К. Маркса, около гостиницы «Хопёр»).

Таблица 2 – Интенсивность автотранспорта на участке мониторинга № 2 (около гостиницы «Хопёр»)

	Тип ТС	Кол-во ТС <sub>ср</sub>	Интенсивность ТС
1	легковой	12319,5	«средняя» (8–17 тыс. ТС/сут.)
2	легкий грузовой	475,3	
4	средний грузовой	-	
5	тяжёлые грузовики	-	
	автобусы	1142,7	
	всего:	13937,5	

На этом участке подсчёт автотранспортных средств показал, что суммарная интенсивность по всем категориям соответствует «среднему» значению (более 13000 единиц) и тем самым превышает контрольный показатель практически вдвое.

Результаты подсчета автомобилей в районе участка мониторинга №3 отражены, соответственно, в таблице 3.

Таблица 3 – Интенсивность автотранспорта на участке мониторинга № 3 (1-й пятачок, около «Балтекса» и Волгоинвестбанка)

	Тип ТС	Кол-во ТС <sub>ср</sub>	Интенсивность ТС
1	легковой	18654,3	«высокая» (18–27 тыс. ТС/сут.)
2	легкий грузовой	2516,1	
3	средний грузовой	1480,5	
4	тяжёлые грузовики	205,6	
5	автобусы	3631,2	
	всего:	26487,7	

Здесь суммарный показатель интенсивности установлен на уровне «высокого» значения (более 26000 единиц автотранспорта).

Таким образом, во всех случаях установлены существенные значения напряженности на проезжих частях. Наибольший вклад в показатели напряженности движения вносит легковой транспорт. Максимальная (высокая)

загруженность автотранспортом отмечена на участке мониторинга №3, минимальная (низкая) – на участке №1.

Отметим, что результаты биологического мониторинга в нашем случае обладают большей надёжностью и объективностью, так как фиксируют фактическое (а не расчётное!) состояние окружающей среды.

Средневзвешенные показатели биоиндикации за период исследований на 1-м участке мониторинга представлены в таблице 4.

Таблица 4. Показатели качества образцов хвои ели обыкновенной – *Picea abies* (L.) Karst. на контрольном участке (№ 1) мониторинга

Показатели качества хвои / классы повреждения	условный контроль	
	число хвоинок	%-ная доля хвоинок
кол-во, шт. / %	200	100
I (здоровые)	137,1	68,6
II	30,7	15,4
III	19,2	9,6
IV	6,2	3,1
V	4,9	2,4
VI	1,9	0,9
суммар. % поврежд. хвоинок	31,4	
состояние окр. среды	относительно чистое	
загруженность улицы	13937,5 шт., низкая	

Из таблицы следует, что общая доля абсолютно здоровых еловых хвоинок составляет более 68 % (вообще, это неплохой показатель). Данный эколого-диагностический критерий свидетельствует об относительной чистоте наземно-воздушной среды на уровне приземного слоя воздуха.

По участку №2 получены следующие данные, сведенные в таблицу 5.

Таблица 5. Показатели качества образцов хвои ели обыкновенной – *Picea abies* (L.) Karst. на участке мониторинга № 2

Показатели качества хвои / классы повреждения	улица К. Маркса, около гостиницы «Хопёр»	
	число хвоинок	%-ная доля хвоинок
кол-во, шт. / %	200	100
I (здоровые)	104,8	52,4
II	46,4	23,2
III	23,3	11,6
IV	13,4	6,7
V	9,5	4,8
VI	2,6	1,3
суммар. % поврежд. хвоинок	47,6	
состояние окр. среды	слабое загрязнение	
загруженность улицы	13937,5 шт., средняя	

Главным следствием здесь является то, что общий процент абсолютно здоровых хвоинок из общего числа отобранных составил всего *чуть более 52-х*,



что, конечно, ниже в сравнении с контрольным показателем. Состояние окружающей среды оценивается как слабо загрязнённое.

На участке мониторинга №3 результаты биоиндикации по состоянию еловой хвои распределились следующим образом (таблица 6).

Таблица 6. Показатели качества образцов хвои ели обыкновенной – *Picea abies* (L.) Karst. на участке мониторинга № 3

Показатели качества хвои / классы повреждения	ул. Орджоникидзе, район 1-го пяточка, около Волгоинвестбанка	
	число хвоинок	%-ная доля хвоинок
кол-во, шт. / %	200	100
I (здоровые)	86,3	43,2
II	50,5	25,2
III	31,2	15,6
IV	17,3	8,7
V	11,2	5,6
VI	3,5	1,7
суммар. % поврежд. хвоинок	56,8	
состояние окр. среды	средняя степень загрязнения	
загруженность улицы	26487,7 шт., высокая	

Процент здоровых хвоинок выявлен на уровне 43-х (минимальный из подобных параметров по всем участкам), что соответствует средней степени загрязнения окружающей среды. Это выше аналогичных показателей по 1-му и 2-му участкам экологического мониторинга.

**Рекомендуемые предложения:**

1. Необходимо ограничить интенсивность движения автотранспорта по проезжей части улицы Орджоникидзе, к примеру, путем строительства и последующей эксплуатации альтернативной дороги параллельного направления в сторону района комбината.

2. Реализовывать на АЗС топливо стандартов Евро-5 и Евро-6.

3. Требуется реконструкция и обновление видового ассортимента зеленых насаждений, прежде всего, древесных и кустарников. Значительные площади прилегающих к обочинам районов располагают к этому, особенно к целенаправленному созданию насаждений и кустарников, обладающих высокой способностью к поглощению поллютантов [4-6].

4. Поскольку уменьшить количество автотранспорта не удастся, то с целью общего снижения токсичности его выбросов нужно скорее обновлять парк городского транспорта (например, многие грузовые автомобили, автобусы и микроавтобусы являются уже глубоко подержанными, старыми, часто ломаются, отмечается перерасход топлива и, как следствие, высоки объёмы токсичных выбросов в атмосферу т.д.).

5. Второй путь снижения токсичных выбросов в окружающую среду – повсеместная установка катализаторов и специальных фильтров в выхлопные системы городского транспорта (в данном случае можно разработать специальную административно-правовую норму), а также призвать частных

автовладельцев к этому. Идея установки катализаторов не нова и в мире приобрела широкую практику. В нашей стране такие устройства есть лишь на новых, современных автомобилях, доля которых всё ещё сравнительно невелика. На станциях техобслуживания необходимо наладить и усилить работу по контролю показателей токсичности в выхлопных газах.

*СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. Ашихмина Т.Я., Кантор Г.Я., Васильева А.Н. и др. *Экологический мониторинг*. – М., 2008. – 416 с.
2. *Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование* / под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. – М., 2007. – 288 с.
3. Зарубов А.И. *Геоэкология человека*. – Минск, 2007. – 43 с.
4. Ларионов М.В. *Биоиндикационные исследования уровня загрязнения приземной атмосферы городских территорий Среднего и Нижнего Поволжья // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты*. – 2012. – № 1. – С. 21-27.
5. Ларионов М.В. *Кризисные экологические явления, возникающие на территориях урбанизированных районов (на примере Саратовской области) // Проблемы и мониторинг природных экосистем*. – Пенза, 2014. – С. 79-82.
6. Ларионов М.В. *Накопление древесными растениями тяжелых металлов в зависимости от автотранспортной нагрузки // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. – 2014. – № 4-1. – С. 228-232.
7. Ларионов М.В. *Оценка экологического состояния и устойчивости древесных насаждений урбанизированных территорий*. – Брянск, 2012. – 182 с.
8. Larionov M.V. *Scheme technogenic stress of natural and artificial landscapes of the Saratov and Volgograd regions // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования*. Ч. 15. – Тамбов, 2015. – С. 8-9.