



**Научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ"**

**Scientific journal "Academical bulletin ELPIT"**

**Том №6 Номер 4 (18)**

**Volume 6, Issue 4 (18)**

**Издательство "ELPIT"**

**EDITION "ELPIT"**

**ISSN 2542-1743**

**Тольятти, 2021 г.**

**Togliatti, 2021**

**0+**

*Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-67272 от 21.09.2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)*

**Электронное периодическое издание  
научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ" ISSN 2542-  
1743**

**Electronic periodical edition  
scientific journal "Academical bulletin ELPIT"**

**Том №6 Номер 4 (18)**

**Volume 6, Issue 4**

**(18)**

**Редакция**

Главный редактор - А.В. Васильев, д.т.н., профессор;  
Ответственный редактор, веб-редактор - А.И. Ганин;  
Корректор - В.А. Васильева;  
Начальник отдела подписки и рекламы Л.А. Васильева

**Редакционная коллегия**

Р.Р. Даминов, доктор технических наук., профессор (филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Стерлитамак),

Р.Я. Дыганова, доктор биологических наук, профессор (Казанский государственный энергетический университет, г. Казань),

Н.И. Иванов, доктор технических наук, профессор (Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург),

А.А. Иголкин, доктор технических наук, доцент (Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, г. Самара),

Я.И. Иевиньш, доктор наук, профессор (Рижский технический университет, Латвийская Республика, г. Рига),

С. Луцци, доктор наук, профессор (Флорентийский университет, Итальянская Республика, г. Флоренция),

В.Н. Михелькевич, доктор технических наук, профессор (Самарский государственный технический университет, г. Самара),

Г.С. Розенберг, чл.-корр. РАН, доктор биологических наук, профессор (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти),

О.Н. Русак, доктор технических наук, профессор (Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, г. Санкт-Петербург),

С. Сибильо, доктор наук, профессор (Второй Неаполитанский университет, Итальянская Республика, г. Неаполь),

А.С. Сироткин, доктор технических наук, профессор (Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань),

Е.И. Тихомирова, доктор биологических наук, профессор (Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., г. Саратов),

Ю.В. Трофименко, доктор технических наук, профессор (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва),

Ю.А. Тунакова, доктор химических наук, профессор (Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ, г. Казань)

Г.Н. Яговкин, доктор технических наук, профессор (Самарский государственный технический университет, г. Самара),

Н.Г. Яговкин, доктор технических наук, профессор (Самарский государственный технический университет, г. Самара)

## СОДЕРЖАНИЕ

С. 4  
ПРЕДИСЛОВИЕ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

С. 5-11  
А.В. ВАСИЛЬЕВ, А.И. ГАНИН  
ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
РАДОНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ  
НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

С. 12-17  
А.А. ЧЕБОТАРЕВА, Э.Р. БАРИЕВА, Е.В. СЕРАЗЕЕВА  
ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД И  
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ

С. 18-23  
И.С. ШАЙДЕНКО, З.А. СИМОНОВА  
АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г. САРАТОВА

## ПРЕДИСЛОВИЕ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

В восемнадцатом выпуске переводного научного журнала «Академический вестник ЭЛПИТ», представлены научные статьи авторов из гг. Казани, Саратова, Тольятти, посвященные различным актуальным проблемам экологии и безопасности жизнедеятельности.

В статье авторов из г. Тольятти представлены исследования, экологического воздействия радонового излучения в условиях урбанизированных излучений. Описаны результаты исследования радонового излучения в наиболее крупных городах Самарской области. Определены зоны с повышенным воздействием радонового излучения. Составлены карты радонового излучения.

В статье авторов из г. Казани рассматривается реконструкция очистных сооружений для удаления биогенных элементов (азота и фосфора) путем создания трех типов зон в аэротенке. Внедрение предложенной технологии в сооружения биологической очистки позволит снизить ущерб от годичного сброса сточных вод и достичь оптимального значения эколого-экономической эффективности биологической очистки.

Статья авторов из г. Саратова посвящена вопросам анализа экологического состояния автотранспортной инфраструктуры г. Саратова. Определены интенсивность движения и пропускная способность каждой автодороги. Рассчитаны эмиссия и концентрация оксида азота, оксида углерода, углеводородов и сажи. Установлены уровни акустического воздействия для исследуемых автодорог. Произведена оценка жизненного состояния и морфо-биохимических показателей древесных растений, произрастающих вблизи автодорог. Предложен вариант системы озеленения придорожных зон для улучшения экологической обстановки с учетом регионального аспекта и особенностями автодорожной сети города.

Среди авторов данного выпуска научного журнала «Академический вестник ЭЛПИТ» - как известные ученые, так и молодые ученые, аспиранты и соискатели. Журнал является переводным, помимо данного номера подготовлен переводной вариант статей на английском языке. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Учредителем и издателем журнала является Общество с ограниченной ответственностью «Институт химии и инженерной экологии».

А.В. Васильев, главный редактор журнала, д.т.н., профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный эколог Самарской области

УДК 613.648

## ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДОНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Васильев, А.И. Ганин

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского  
федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти, Россия

### АННОТАЦИЯ

В работе рассматриваются особенности экологического воздействия радонового излучения в условиях урбанизированных излучений. Описаны результаты исследования радонового излучения в наиболее крупных городах Самарской области. Определены зоны с повышенным воздействием радонового излучения. Составлены карты радонового излучения.

**Ключевые слова:** радоновое излучение, оценка, составление карт

В настоящее время резко возросло воздействие физических факторов в жилой зоне и на промышленных предприятиях, в том числе радоновых излучений [3-6].

Воздействие радонового излучения на человека и окружающую среду в условиях урбанизированных территорий может приводить к целому ряду негативных последствий [1, 2, 5, 7]. Так, воздействие радона на население приводит к возникновению ряда заболеваний, в том числе онкологических.

Доказано, что более половины ежегодной дозы ионизирующего облучения, получаемой человеком, обусловлено именно радоном и продуктами его распада. Британские ученые из Оксфордского университета установили, что в Великобритании ежегодная смертность от рака легких, вызванная радоном, который накапливается в воздухе жилых помещений, достигает 1000 человек. В целом по странам Евросоюза эта цифра составляет ориентировочно 20000 человек.

В ряде работ показано, что воздействие высоких уровней объемной активности радона в условиях производства значительно повышает риск развития злокачественных новообразований легких [8-11]. В результате, на основании этих и полученных в экспериментах на животных данных радон был признан экспертами Международного агентства по изучению рака, безусловно, канцерогенным для человека.

Повышенное внимание к данной проблеме обусловлено также обнаружением высоких концентраций этого радиоактивного газа в жилых и общественных зданиях, что создает, по мнению специалистов, потенциальную канцерогенную опасность для значительной части населения многих стран мира.

Одним из нормируемых параметров воздействия радонового излучения является объемная активность радона-222 в воздухе. Наряду с этим оценивается также число зарегистрированных  $\alpha$  – распадов  $^{218}\text{Po}$  (RaA) и другие параметры.

Объемная активность радона и торона в равновесии с дочерними продуктами распада (ЭРОА) при проектировании зданий должна удовлетворять следующему соотношению:

$$\text{ЭРОА}_{Rn} + 4,6\text{ЭРОА}_{Tn} \leq 100\text{Бк} / \text{м}^3, \quad (1)$$

В эксплуатируемых зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность радона и торона определяется как:

$$\text{ЭРОА}_{Rn+Tn} \leq 200\text{Бк} / \text{м}^3, \quad (2)$$

Для региона Среднее Поволжье вкладом торона можно пренебречь из-за очень малых концентраций Th-232 в осадочных породах.

Уровень вмешательства для радона-222 составляет 60 Бк/кг.

Потенциальную радоноопасность территорий можно подразделить на три категории, в том числе первая категория – ЭРОА < 25 Бк/м<sup>3</sup>, вторая категория - ЭРОА = 25-100 Бк/м<sup>3</sup>, третья категория - ЭРОА > 100 Бк/м<sup>3</sup>.

В рамках деятельности научно-исследовательского центра мониторинга состояния окружающей среды Института экологии Волжского бассейна РАН – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН была проведена научно-исследовательская работа по исследованию радонового излучения на урбанизированной территории Самарской области.

Проведены инструментальные измерения объемной активности радона-222 в воздухе на урбанизированной территории Самарской области. Для оценки уровней объемной активности радона-222 в воздухе использовался радиометр радона портативный РРА-01М-01.

На территории городского округа Самара было проведено более 100 измерений объемной активности радона-222 в воздухе и числа зарегистрированных  $\alpha$  – распадов  $^{218}\text{Po}$  (RaA) N в более чем 50 точках.

Анализ результатов измерений объемной активности радона-222 в воздухе на обследуемой территории городского округа Самара показал, что превышения нормативных значений не выявлено ни в одной из точек

измерений. Повышенные уровни объемной активности радона-222 в воздухе зарегистрированы в точках измерений: Кировский район, посёлок 16 км, ул. Дальняя, дом №12 ( $Q = 27 \pm 3$  Бк/м<sup>3</sup>); Кировский район, ул. Ташкентская, дом № (Q = 25 ± 1 Бк/м<sup>3</sup>); Советский район, ул. Советской армии, дом №143 ( $Q = 24 \pm 1$  Бк/м<sup>3</sup>); Советский район, ул. Высоковольтная, дом №10 ( $Q \geq 26 \pm 1$  Бк/м<sup>3</sup>); Ленинский район, ул. Коммунистическая, дом №16 ( $Q = 25 \pm 2$  Бк/м<sup>3</sup>); Самарский район, ул. Венцека, дом №61 ( $Q = 25 \pm 2$  Бк/м<sup>3</sup>); Красноглинский район, п. Красная Глинка, ул. Сочинская, дом №7 ( $Q = 26 \pm 1$  Бк/м<sup>3</sup>); Красноглинский район, п. Южный, ул. Вторая Южная, дом №7 ( $Q = 27 \pm 3$  Бк/м<sup>3</sup>). Согласно требованиям методических указаний МУ 2.6.1.715-98 потенциальная радоноопасность территорий для данных точек измерений относится ко второй категории (ЭРОА = 25-100 Бк/м<sup>3</sup>). Все вышеуказанные значения ниже предельно допустимых гигиенических норм.

Анализ результатов измерений числа зарегистрированных  $\alpha$  - распадов <sup>218</sup>Po (RaA) на обследуемой территории городского округа Самара показал, что повышенное число зарегистрированных  $\alpha$  – распадов <sup>218</sup>Po (RaA) N зафиксировано в точках измерений: Красноглинский район, п. Южный, ул. Вторая Южная, дом №7 (N = 7); Кировский район, ул. Ташкентская, дом №135; Советский район, ул. Высоковольтная, дом №10; Октябрьский район, ул. Советской Армии, дом №220; Самарский район, ул. Куйбышева, дом №131; число зарегистрированных  $\alpha$  – распадов <sup>218</sup>Po (RaA) N=2.

Анализ результатов измерений эквивалентной равновесной объемной активности радона-222 в воздухе Q на обследуемой урбанизированной территории г.о. Тольятти показал, превышения нормативных значений эквивалентной равновесной объемной активности радона-222 в воздухе не установлено ни для одной из точек. Повышенные уровни объемной активности радона-222 в воздухе зарегистрированы в следующих точках измерений:

- ул. Горького, д. №42 (подъезд жилого дома),  $Q \geq 26,6 \pm 3$  Бк/м<sup>3</sup>;
- ул. Горького, д. №53 (подвал жилого дома),  $Q \geq 31 \pm 6$  Бк/м<sup>3</sup>;
- ул. Мира, д. №100 (подвал жилого дома),  $Q \geq 25 \pm 2$  Бк/м<sup>3</sup>;
- ул. Карла Маркса, д. №74 (подвал жилого дома),  $Q \geq 33 \pm 5$  Бк/м<sup>3</sup>;
- ул. Комсомольская, дом №40 (подвал жилого дома);  $Q \geq 43 \pm 3$  Бк/м<sup>3</sup>.

Все вышеуказанные значения ниже предельно допустимых гигиенических норм.

Кроме того, в ряде точек измерений наблюдалось повышенное фоновое значение числа зарегистрированных  $\alpha$  – распадов <sup>218</sup>Po (RaA) N (2 распада и более); ул. Горького, д. №42; Молодежный бульвар, д. №11; ул. Жилина, д. №46; ул. Карла Маркса, д. №74; ул. Гидростроевская, дом №24 и др. Однако превышения допустимых гигиенических норм не установлено. В

то же время данные результаты показывают, что целесообразно дальнейшее проведение исследований по определению радонового излучения на селитебной территории городского округа Тольятти.

Также проводились исследования радонового излучения на территории вблизи предприятий Северного промышленного узла г.о. Тольятти. В точках измерений №№ 1-12 значение объемной активности радона-222 в воздухе не превышает 20 Бк/м<sup>3</sup>, а число зарегистрированных  $\alpha$  – распадов <sup>218</sup>Po (RaA) N равно нулю. В точках измерений №№ 13-15 значение объемной активности радона-222 в воздухе равно соответственно 28, 39 и 41 Бк/м<sup>3</sup>, а число зарегистрированных  $\alpha$  – распадов <sup>218</sup>Po (RaA) N зафиксировано равным единице.

Таким образом, анализ результатов измерений объемной активности радона-222 в воздухе на обследуемой территории вблизи предприятий Северного промышленного узла г.о. Тольятти, показал, что превышения нормативных значений не выявлено ни в одной из точек измерений.

На территории городского округа Жигулевск было проведено более 40 измерений объемной активности радона-222 в воздухе и числа зарегистрированных  $\alpha$  – распадов <sup>218</sup>Po (RaA) N в более чем 20 точках.

Анализ результатов измерений объемной активности радона-222 в воздухе на обследуемой территории городского округа Жигулевск показал, что превышения нормативных значений не выявлено ни в одной из точек измерений. Повышенные уровни объемной активности радона-222 в воздухе зарегистрированы в точках измерений: ул. Приволжская, дом №12, подвал жилого дома ( $Q = 31 \pm 7$  Бк/м<sup>3</sup>); ул. Победы, дом №24, подвал жилого дома ( $Q = 38 \pm 8$  Бк/м<sup>3</sup>); ул. Мира, дом №16, подвал жилого дома ( $Q = 26,6$  Бк/м<sup>3</sup>); район В-1, дом № 15, подвал жилого дома ( $Q = 33,3$  Бк/м<sup>3</sup>). Согласно требованиям методических указаний МУ 2.6.1.715-98 потенциальная радоноопасность территорий для данных точек измерений относится ко второй категории (ЭРОА = 25-100 Бк/м<sup>3</sup>). Все вышеуказанные значения ниже предельно допустимых гигиенических норм.

Анализ результатов измерений числа зарегистрированных  $\alpha$  - распадов <sup>218</sup>Po (RaA) на обследуемой территории городского округа Жигулевск показал, что повышенное число зарегистрированных  $\alpha$  – распадов <sup>218</sup>Po (RaA) N зафиксировано в точках измерений: ул. Приволжская, дом №12, подвал жилого дома (N = 28); ул. Полевая, дом №9, подвал жилого дома (N = 9); ул. Победы, дом №24, подвал жилого дома (N = 6).

По результатам измерений сделан вывод, что превышения нормативных значений не выявлено ни в одной из точек измерений. Значение объемной активности радона-222 в воздухе не превышает 20 Бк/м<sup>3</sup>. Однако при этом в отдельных точках измерений наблюдаются повышенные по сравнению с фоновыми уровни объемной активности



радона-222 ( $^{222}\text{Rn}$ ), а также число зарегистрированных  $\alpha$  – распадов  $^{218}\text{Po}$  ( $\text{RaA}$ ) в воздухе.



Рисунок 1 - Карта зарегистрированных  $\alpha$  – распадов  $^{218}\text{Po}$  ( $\text{RaA}$ )  $N$  при измерениях радона на селитебной территории Комсомольского района г.о. Тольятти

Составлены карты уровней объемной активности радона-222 ( $^{222}\text{Rn}$ ) в воздухе при обследовании жилой территории и промышленных площадок Самарской области. В качестве примера на рис. 1 показана карта зарегистрированных  $\alpha$  – распадов  $^{218}\text{Po}$  ( $\text{RaA}$ )  $N$  при измерениях радона на селитебной территории Комсомольского района г.о. Тольятти.

По результатам проведенных исследований можно сделать общий вывод, что в ряде точек измерений наблюдаются повышенные значения эквивалентной равновесной объемной активности радона-222 в воздухе  $Q$ . При этом на обследуемой урбанизированной территории Самарской области превышения нормативных значений эквивалентной равновесной объемной активности радона-222 в воздухе не установлено ни для одной из точек. Необходимо продолжить мониторинг радонового излучения, а также разработать мероприятия по его снижению в установленных зонах повышенного радонового излучения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности/ Н.Г. Занько, Г.А. Корсаков, К.Р. Малаян и др. Под ред. О.Н. Русака. – С.-П.: Изд-во Петербургской лесотехнической академии, 1996.
2. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие / А.В. Васильев - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. - 201 с., ил.
3. Васильев А.В. Особенности и некоторые результаты мониторинга физических загрязнений урбанизированных территорий (на примере Самарской области). В научном журнале "Вектор науки Тольяттинского государственного университета ", г. Тольятти, №3(6), 2009 г., с. 5-13.
4. Васильев А.В., Васильев В.В., Школов М.А., Шишкин В.А., Каплина Р.Г. Исследование воздействия физических полей в промышленных и жилых зонах г. Тольятти. В научно-теоретическом журнале по химии и химической технологии «Российский химический журнал», №3, том L, 2006 г., с. 72-78.
5. Васильев А.В. Составление динамических карт физических загрязнений территории Самарской области. В научном издании «Известия Самарского научного центра РАН», г. Самара, 2009 г., т. 11, №1, с. 248-252.
6. Васильев А.В., Шишкин В.А., Васильева Л.А., Павлинова Н.И. Особенности мониторинга радонового излучения на территории городского округа Тольятти. Известия Самарского научного центра РАН, г. Самара, 2007 г., т.1S, серия "Экология", с. 33-36.
7. Инженерная экология и экологический менеджмент: Учебник / М.В. Буторина, Л.Ф. Дроздова, Н.И. Иванов и др. / Под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадына. - М.: Логос, 2004. – 520 с.: ил.
8. Лежнин В.Л., Ползик Е.В., Казанцев В.С., Якушева М.Ю. Системный анализ в эпидемиологии рака// Под. ред. член-кор. РАН проф. Чуканова В.Н./ Екатеринбург: УрО РАН, 2005.- 207с.
9. Лежнин В.Л., Ползик Е.В., Казанцев В.С. Многофакторная оценка влияния профессиональной и непрофессиональной экспозиции к радону на развитие рака легких у населения промышленного города. В сборнике трудов первого международного экологического конгресса (третьей международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ELPIТ-2007. - Тольятти, ТГУ, 20-23 сентября 2007 г., т.3, с. 319-329.
10. Ярмошенко И.В., Кирдин И.А., Жуковский М.В., Астраханцева С.Ю.// Мед. радиол. и радиац. безопасность, 2003. -Т.48, №5.- С.33-43.

11. Bochicchio F. Case-control studies on residential radon and lung cancer: A concise review// Arch. Oncol., 2004.- V.12, N 1.- P.19-24.

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, директор, Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти, ул. Комзина, д. 10.

Email: avassil62@mail.ru

Ганин Алексей Игоревич, инженер, Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти, ул. Комзина, д. 10.

Email: ganin163tlt@gmail.com

УДК 628.3

## ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ

А.А. Чеботарева, Э.Р. Бариева, Е.В. Серазеева  
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань,  
Россия

### АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается реконструкция очистных сооружений для удаления биогенных элементов (азота и фосфора) путем создания трех типов зон в аэротенке. Внедрение предложенной технологии в сооружения биологической очистки позволит снизить ущерб от годовичного сброса сточных вод и достичь оптимального значения эколого-экономической эффективности биологической очистки.

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, загрязнения, городские стоки

В настоящее время всё более негативное воздействие оказывает загрязнение водоемов сточными водами. Для решения экологических проблем, создаваемых загрязнением водоемов сточными водами, необходимо использовать средства мониторинга и снижения загрязнений водоемов с использованием передовых технологий [1-16].

Коммунальное водопроводно-канализационное хозяйство является важнейшим звеном социальной инфраструктуры. Эффективность работы предприятий данной отрасли во многом определяет состояние здоровья, качество и продолжительность жизни человека, санитарно-эпидемиологическую обстановку в городах и населенных пунктах, нормальное функционирование промышленных предприятий и всей социальной сферы в целом.

Очистные сооружения канализации принимают хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды всех предприятий города и от населения. Все стоки проходят механическую и полную биологическую очистку. Поступающие сточные воды должны удовлетворять нормативным требованиям. На выпуске очищенная сточная вода должна соответствовать нормам НДС с учетом заложенной проектом эффективности очистки [1, 2].

В состав очистных сооружений канализации входят цеха:

- механической очистки, состоящий из: камер смешения с двумя приемными камерами, здания решеток № 1, № 2, песколовок, песковых площадок, первичных отстойников, илоуплотнителей, насосной станции сырого и сброженного осадка, насосной станции хозяйственно-бытовых стоков, насосной станции технической воды, насосной станции первичных отстойников № 1,2,3;

- биологической очистки, включающий в себя: аэротенки, вторичные отстойники, насосные станции активного ила, водоизмерительный лоток Паршаля, отводящие коллекторы, глубоководный выпуск;

- механического обезвоживания и обработки осадка, состоящий из: отделения фильтр-прессов, узла приготовления раствора флокулянта, биоадсорбера, илопровода, старых иловых полей, новых иловых площадок;

- а также воздуходувной станции, хлораторной станции и иловые площадок.

Ежедневный мониторинг качества поступающих и прошедших очистку сточных вод осуществляется лабораторией предприятия [3]. На сегодняшний день очистка сточных вод на городских очистных сооружениях, не позволяет обеспечить полную очистку по биогенным элементам (азоту и фосфору).

Строительство новых сооружений требует больших затрат, финансирование которых для коммунального предприятия не представляется возможным. Поэтому единственным выходом является реконструкция очистных сооружений для удаления биогенных элементов (азота и фосфора).

Реализация глубокой биологической очистки от азота и фосфора связана с созданием трех типов зон в аэротенке:

- аэробная зона – зона Н, подразумевает высокую концентрацию растворенного кислорода ( $C > 2 \div 3 \text{ мг/л}$ ), где осуществляется процесс аэробной очистки от органических веществ, биоокисление аммонийного азота до нитратного – нитрификация и быстрое потребление фосфатов фосфорными бактериями - дефосфотизация;

- аноксидная зона – зона Д, происходит процесс денитрификации – растворенный кислород практически отсутствует, но присутствуют нитраты, а также органические вещества;

- анаэробная зона – зона Ан., отсутствует растворенный кислород, нет нитратов и нитритов, органические вещества присутствуют, здесь осуществляется сбраживание органических веществ до ацетата, потребляемый фосфорными бактериями с выделением в среду фосфатов.

Комбинированные системы очистки при биологическом методе включающие в себя такие стадии как аэробная, анаэробная и аноксидная позволяют на очистных сооружениях добиться установленных ПДК [4, 5].

В мировой практике для глубокого удаления биогенных элементов из сточных вод разного состава существует несколько традиционных схем, позволяющих совмещение процессов, таких как:

- 1) А/О (анаэробно-оксидный) процесс;
- 2) А2/О-процесс (anaerobic/anoxic/oxic);
- 3) технология Кейптаунского Университета или УСТ-процесс (University of Cape Town);
- 4) модифицированный УСТ-процесс (modified UCT);
- 5) 5-и зонный процесс Барденфо (Bardenpho);
- 6) процесс Modified Bardenpho;
- 7) Йоханесбургский процесс или JНВ-процесс (Johannesburg process);
- 8) модифицированный Йоханесбургский процесс (modified JНВ);
- 9) VIP-процесс (Virginia Initiative Process) [6].

Выбор технологической схемы очистки сточных вод от биогенных элементов зависит от следующих факторов:

- требования к качеству очищенных сточных вод;
- расход сточных вод на станции;
- состав поступающих сточных вод по основным загрязнителям (в т. ч. температура сточных вод);
- реконструкция или новое строительство очистных сооружений [7, 15].

На городских очистных сооружениях предлагается реализовать процесс очистки смешанных сточных вод от соединений азота и фосфора в четырехкоридорных аэротенках в соответствии со схемой УСТ, разработанной Кейптаунским университетом. В качестве легкоокисляемого питательного субстрата предлагается подавать ферментированный осадок.

Процесс внедрения технологии ацидофикации на аэротенках, работающих по технологической схеме УСТ, предполагает изменение режима работы первичных отстойников. В отличие от обычной схемы, где процесс осветления воды и уплотнение осадка происходят совместно в первичных отстойниках, предлагается разделить эти процессы. В результате процесс ацидофикации будет проходить в отстойниках-уплотнителях, в которые будет поступать осадок из предыдущего отстойника-осветлителя.

Отстойники-уплотнители будут работать в проточном режиме, при этом расход сточных вод снизится в несколько раз. Тем самым будет создаваться определенный температурный режим ацидофикации, что является необходимым условием для удовлетворительной работы данного процесса в зимнее время.

Содержащая легкоразлагаемую органику (продукты ацидофикации) сливная вода с отстойников-уплотнителей, совместно с осветленными водами направятся в блоки аэротенков [5].

Таким образом, предложенная схема будет обеспечивать процесс денитрификации, протекающий в анаэробной зоне, и дефосфатизацию сточных вод. Концентрации биогенных элементов (азота и фосфора) не будут превышать установленных ПДК. Внедрение предложенной технологии в сооружения биологической очистки позволит снизить ущерб от годовичного сброса сточных вод и достичь оптимального значения эколого-экономической эффективности биологической очистки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тайгунова Г.Р., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Усовершенствование системы очистки сточных вод. Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2013». – Выпуск 1. Том 37. С.28-30.

2. Тайгунова Г.Р., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Техническое решение по улучшению технологии системы очистки сточных вод на предприятиях ЖКХ. Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2013». – Выпуск 3. Том 43. С. 54-56.

3. Галимова А.Р. Повышение эффективности очистки сточных вод на канализационных очистных сооружениях / Галимова А.Р., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – 2020 г. – С. 468-470.

4. Миргородский В.Л., Миллер Ю.Е., Шлёкова И.Ю. Перспективная схема биологического удаления соединений фосфора и азота из сточных вод на очистных сооружениях города. // Электронный научно-методический журнал омского ГАУ. Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. г. Омск, №2(13) – 2018 г. [Электронный ресурс] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35162309&> (дата обращения: 06.08.2021).

5. Мамлеева Н.Р., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Техническое решение по улучшению технологии системы очистки сточных вод. / X Международная научно-практическая конференция: «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия». №3 (10), 2015. С. 109-110.

6. Галимова А.Р. Перспективная схема удаления биогенных элементов из сточных вод городских очистных сооружений / Галимова А.Р., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – 2020 г. – С. 149-151.

7. Анциферов А.В., Филенков В.М., Каплан А.Л., Васильев А.В. Реконструкция промышленных очистных сооружений с использованием биореактора. Безопасность в техносфере. 2009. № 3. С. 42-45.

8. Бондарева Т.Е., Максимов И.М., Заболотских В.В., Васильев А.В. Перспективы очистки Куйбышевского водохранилища и альтернативного использования биомассы водорослей в качестве биотоплива. В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции). Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. Т. 2. С. 15-22.

9. Васильев А.В. Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического воздействия (на примере ЗАО "Тольяттисинтез"). В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции, научный редактор: А.В. Васильев. 2013. С. 41-45.

10. Гусарова Д.В., Васильев А.В. Повышение эффективности очистки сточных вод машиностроительных предприятий от смазочно-охлаждающих жидкостей. В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции. Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. С. 144-148.

11. Измайлова С.В., Васильев А.В. Проблема очистки поверхностного стока, формирующегося на селитебной территории г. Сызрани. В сборнике трудов пятого международного экологического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT-2015. Научный редактор Васильев А.В. с. 166-172.

12. Перегудов Д.Н., Васильев А.В., Заболотских В.В. Мониторинг экологического состояния поверхностных водоемов Самарской области. Ашировские чтения. 2016. Т. 2. № 3-3(8). С. 279-282.

13. Перегудов Д.Н., Васильев А.В. Мониторинг экологического состояния пресных водоемов г.о. Тольятти. В сборнике трудов международного инновационного форума молодых ученых YOUNG ELPIT 2015 в рамках пятого международного экологического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT-2015. Научный редактор Васильев А.В. С. 255-257.

14. Перегудов Д.Н., Васильев А.В., Заболотских В.В. Анализ экологического состояния водоемов г.о. Тольятти. В сборнике: Химия и



инженерная экология. XVI международная научная конференция, посвященная 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. 2016. С. 344-346.

15. Seyfried C.F., Damman E. Upgrading of Waste Water plans for the reduction of nitrogen phosphorus in Schleswig-Holstein KRG // Water Science and Technology, v. 22, 1990, №7/8. p. 69-76.

16. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R., Podurueva V.V., Solovyov S.G. Investigation of toxicity of waste water of "AVTOVAZ" company by using biological testing methods. Safety of Technogenic Environment. 2012. № 2. С. 72-75.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Чеботарева Ангелина Андреевна, студентка кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: ie\_kgeu@mail.ru

Бариева Энза Рафаиловна, к.б.н., доцент кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: enzab143@mail.ru

Серазеева Елена Владимировна, старший преподаватель кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: elen-vs00@mail.ru

УДК 621.31

## **АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г. САРАТОВА**

И.С. Шайденко, З.А. Симонова  
Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

### **АННОТАЦИЯ**

В работе проведен анализ экологического состояния автотранспортной инфраструктуры г. Саратова на примере автомобильных дорог одного из административных районов. Определены интенсивность движения и пропускная способность каждой автодороги. Рассчитаны эмиссия и концентрация оксида азота, оксида углерода, углеводородов и сажи. Установлены уровни акустического воздействия для исследуемых автодорог. Произведена оценка жизненного состояния и морфо-биохимических показателей древесных растений, произрастающих вблизи автодорог. Предложен вариант системы озеленения придорожных зон для улучшения экологической обстановки с учетом регионального аспекта и особенностями автодорожной сети города.

**Ключевые слова:** экология, автомобильный транспорт, загрязнения, ароматические аминосоединения, сорбенты

Загрязнения, создаваемые автомобильным транспортом в городских условиях, носят многоплановый характер и приобретают все большее значение, в том числе ввиду непрерывного увеличения автомобильного транспорта. По состоянию на 1 января 2021 года в г. Саратове зарегистрировано более 330 тыс. единиц автомобильного транспорта, выбросы в атмосферный воздух от которых составляют свыше 70 тысяч тонн и превышают выбросы от предприятий [1]. Для улучшения экологической ситуации в городах должна функционировать автотранспортная инфраструктура, отвечающая требованиям и запросам современности. Однако не всегда городские и региональные власти способны перестроить данную структуру, в результате чего и возникают различные проблемы. В частности, прилегающие к автодорогам территории становятся зоной повышенного риска для здоровья людей, почва и растительность на них могут содержать вещества, обладающие канцерогенным, мутагенным эффектам. Узкие улицы городов не справляются с ежегодно возрастающим потоком транспорта, в результате

чего на дорогах возникают «пробки», что приводит к более интенсивному загрязнению атмосферного воздуха выхлопными газами.

Город Саратов, являющийся крупным автотранспортным и промышленным центром, имеет целый спектр экологических проблем, обусловленных устаревшей автотранспортной инфраструктурой, не соответствующей современной городской застройке и огромному потоку автотранспорта.

Исследование экологического состояния автотранспортной инфраструктуры г. Саратова проводилось на территории одного из наиболее крупных административных районов города, активно развивающегося в последние 10 лет. На наиболее крупных автомобильных дорогах данного района определялись такие показатели как – пропускная способность, интенсивность движения автотранспорта, эмиссия и концентрация оксидов азота, углерода, сажи и углеводородов, акустическая обстановка, жизненное состояние деревьев.

Проведенные авторами исследования показали, что интенсивность транспортного потока, анализируемая в разное время суток, варьирует от 3994 авт./час в утреннее время до 7187 авт./час в вечернее. Пропускная способность исследуемых автодорог в утренние часы в среднем составляет 2630 автомобилей в час, в вечернее время – 3000 авт./час, что соответствует высокой интенсивности движения. В среднем по дорогам за сутки проезжает 55828 автомобилей, что по градации Федерального дорожного агентства [2] позволяет отнести их к скоростным общегородским магистралям с непрерывным движением. Однако в городе отсутствуют автотранспортные условия для таких дорог, в частности, разрешенная скорость на них составляет 60 км/ч, большое количество регулируемых и нерегулируемых пешеходных переходов, отсутствие пересечений в разных уровнях, наличие боковых и местных проездов к прилегающей застройке.

Эмиссия и концентрации таких загрязняющих веществ, как оксида азота, оксида углерода, углеводородов и сажи, в атмосферном воздухе вблизи исследуемых автодорог в основном соответствуют нормативным значениям [3]. Исключением является концентрация оксида азота, по которому отмечалось превышение ПДК<sub>СС</sub> и в утренние, и в вечерние часы. Вблизи с проезжей частью оно составило порядка 9 ПДК, на расстоянии 10 м – 5 ПДК, на расстоянии 20 м – 3 ПДК.

Большое значение при выявлении экологических проблем автотранспортной инфраструктуры играет оценка шумового воздействия, так как шум, возникающий на проезжей части автодороги, распространяется не только на территорию вблизи с ней, но и вглубь жилой застройки. В настоящее время эквивалентный уровень звука для условий городской застройки нормируют в соответствии со Строительными нормами и правилами «Защита от шума» [4]. В качестве

основной характеристики внешнего шума принят уровень звука, который не должен превышать для легковых автомобилей и автобусов 85–92 дБ, мотоциклов – 80–86 дБ.

Проведенные авторами с помощью шумового анализатора замеры уровня шума свидетельствуют о том, что превышения установленных для автотранспорта характеристик не наблюдается. Однако шумовое воздействие, рядом с автодорогой, как в утреннее, так и в вечернее время превышает установленные санитарные нормы - 70 дБ, и составляет, утром в среднем от 72,5 до 81,2 дБ, вечером - от 74,8 до 75,6 дБ. В отдалении от проезжей части на расстоянии более 25 метров шумовое воздействие нормализуется и варьирует от 64,5 до 71,5 дБ в утренние часы и от 59,0 до 66,2 дБ в вечерние.

Таким образом, исследования по пропускной способности автомобильных дорог, эмиссии выхлопных газов, акустической обстановке свидетельствуют о негативном воздействии автотранспортной инфраструктуры на окружающую среду города.

Экологически обоснованным решением защиты от негативного воздействия автотранспорта городского населения является создание вдоль дорог полос зеленых насаждений. Именно растения способны обеспечивать баланс жизненно необходимых ресурсов в городе за счет участия в круговороте углекислого газа, кислорода и ассимиляции целого ряда веществ в процессах газообмена, создания оптимального микроклимата, снижения шумового воздействия. Однако все санитарные функции в полном объеме могут выполнять только здоровые растения. Нами была проведена комплексная оценка состояния древесных насаждений, произрастающих вдоль автодорог, которая включала оценку их жизненного состояния и оценку морфо-биохимических показателей (морфологические параметры листовых пластинок, ферментативная активность (пероксидазы, каталазы, аскорбиноксидазы, инвертазы), содержание фотосинтетических пигментов и ассимиляционная активность).

В результате проведенной работы авторами было установлено, что деревья в течение вегетационного периода пытаются противостоять воздействию выхлопных газов за счет изменения морфо-биохимических показателей. Так, результаты по определению площади листьев показали, что в целом на исследуемых участках отмечается снижение (*B. pendula*) или увеличение (*P. pyramidalis*) данного показателя по сравнению с фоновой территорией. Подобные изменения указывают на адаптацию и развитие деревьев в экстремальных условиях города и неизбежно сказываются на газопоглощательной способности и фотосинтезирующих процессах. Результаты по определению флуктуирующей асимметрии листьев у деревьев также свидетельствуют о нарушении стабильности их развития в условиях автотранспортной инфраструктуры. Значения данного

показателя в течение вегетационного периода варьировали от 0,046 до 0,066, что соответствует существенным отклонениям от нормы и даже критическому состоянию [5].

Результаты по исследованию активности биохимических показателей также показали снижение функционального состояния деревьев. В частности, активность аскорбиноксидазы в листьях берёз за вегетационный период увеличивалась по сравнению с фоновыми значениями, что указывает на интенсивное уменьшение аскорбиновой кислоты, влияющей на основные метаболические реакции у растений - на дыхание и фотосинтез: чем меньше аскорбиновой кислоты, тем менее эффективно протекают данные процессы. У тополей отмечается пониженная активность аскорбиноксидазы и, соответственно, увеличивается содержания аскорбиновой кислоты. Однако для тополей, отличающихся повышенной ассимиляционной активностью, в условиях интенсивной техногенной нагрузки, наоборот, характерно относительно высокое содержание аскорбиновой кислоты в листьях [6]. Следует учитывать, что по сравнению с фоновым значением активность фермента в листьях этих деревьев в городских условиях в среднем в 3,6 раза была ниже, что свидетельствуют об участии фермента в механизмах адаптации растений к негативным факторам города. Инвертазная активность и у *B. pendula*, и у *P. pyramidalis*, характеризовалась пониженными значениями по сравнению с фоновой территорией. Соответственно, метаболические процессы, связанные с дыханием, гликолизом, у деревьев в условиях воздействия автотранспорта протекают замедленно, так как именно инвертаза является основным ферментом углеводного метаболизма [7]. Эксперименты по изучению активности антиоксидантных ферментов – пероксидазы и каталазы – также свидетельствовали об угнетенном состоянии деревьев и их пониженных адаптационных возможностях [8].

Расчет ассимиляционного числа показал, что вблизи с автомобильными городскими дорогами адаптационные ресурсы фотосинтетического аппарата деревьев (*B. pendula* и *P. pyramidalis*) почти полностью исчерпаны. Более чем двухкратное изменение ассимиляционного числа свидетельствует о возникновении необратимых изменений физиологических процессов, которые приводят к нарушению ассимиляционной активности [9]. В конце вегетационного периода в районе автомагистралей у берёз наблюдалось увеличение ассимиляционного числа в 8 раз по сравнению с началом вегетации. Для тополей было зафиксировано достоверное снижение данного показателя в среднем в 2,5 раза. Однако по сравнению с фоновой территорией, где отмечалось закономерное увеличение ассимиляционного числа, для тополей, произрастающих вблизи автодорог, были отмечены низкие значения показателя – на 70 – 80% ниже фонового.

Жизненное состояние деревьев, оценка которого производилась по

методике Алексеева В.А. [10], вблизи с автодорогами оценивается в среднем как удовлетворительное с тенденцией к переходу в ослабленное. Особого внимания заслуживает тот факт, что кроны деревьев располагаются достаточно высоко (на высоте 1 - 1,5 м) и не могут удерживать горизонтальное рассеивание загрязняющих веществ, которые распространяются вплоть до жилых застроек. Достаточно большим является среднее расстояние между деревьями, что также способствует интенсивному перемещению выбросов.

Таким образом, комплексная оценка состояния древесных насаждений показала, что вблизи с автомобильными дорогами они находятся в угнетенном состоянии и не могут выполнять свои основные функции в полном объеме.

Анализ всех полученных результатов позволяет сделать заключение, что автотранспортная инфраструктура г. Саратова вызывает целый ряд экологических проблем, решение которых позволит улучшить ситуацию по городу в целом. Наибольшее внимание следует уделить состоянию древесных насаждений, пересмотреть систему озеленения придорожных зон. Для г. Саратова, с учетом регионального аспекта и особенностями автодорожной сети города, наиболее подходящим будет являться совмещение рядовой посадки деревьев с групповой и рядовой посадкой кустарников или создание зеленых изгородей из кустарников, как самостоятельных элементов озеленения. Кустарниковый ярус высотой до 1,2 – 1,8 м послужит своеобразным защитным щитом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2020 году». – Саратов. – 2020. – С. – 256.
2. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог / Федеральное дорожное агентство // Москва. – 2012. – С. – 97-100.
3. Горелов В. С. Учебно-методическое пособие. Расчет ожидаемого уровня загрязнения атмосферного воздуха вблизи автодороги / В. С. Горелов и др. // Уфимский государственный университет. – 2009. – С – 2-6.
4. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
5. Захаров В.Н. Здоровье среды: практика оценки / В.Н Захаров. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 315 с.
6. Кретович В. Л. Основы биохимии растений / В. Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 1971. – 464 с.
7. Слугина М.А. Вариабельность фрагмента гена кислой вакуолярной инвертазы Rain-1 у сортов картофеля / М.А. Слугина, Е.З. Кочиева //

Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т.18, № 4/1. – С. 718 – 723.

8. Симонова З.А. Роль железосодержащих оксидаз в адаптации древесных растений к факторам городской среды (на примере города Саратова) / З.А. Симонова, Е.И. Тихомирова, И.С. Шайденко // Известия Самарского центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. № 2(3). – С. 801–805.

9. Бухарина И.Л. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях / И.Л. Бухарина, А.А. Двоеглазова. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. – 184 с.

10. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51 – 57.

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

Шайденко Илья Сергеевич, аспирант, кафедра «Экология и техносферная безопасность», Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77.  
Email: gunsword2013@yandex.ru

Симонова Зоя Александровна, к.б.н., доцент, кафедра «Экология и техносферная безопасность», Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., г. Саратов, ул. Политехническая, д. 77.  
Email: simonovaza@yandex.ru

Электронное периодическое издание научный журнал  
"Академический вестник ЭЛПИТ"

Electronic periodical edition scientific journal "Academical bulletin  
ELPIT"

Том №6 Номер №4(18)

Volume 6, Issue 4(18)

Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью "Институт  
химии и инженерной экологии"

Founder: Limited Liability Company "Institute of Chemistry and  
Engineering Ecology"

Издательство «ELPIT»

Edition «ELPIT»

Почтовый адрес учредителя, издательства и редакции: 445017,  
Самарская обл. г. Тольятти-17, а/я 740.

Post address of founder, edition and redaction: Samara region, Togliatti-  
17, PO BOX 740, 445017, Russia

Адрес учредителя, издательства и редакции: 445017, Самарская обл.,  
г. Тольятти, Молодёжный бульвар, д. 11-51.

Главный редактор А.В. Васильев, д.т.н., профессор

Свободная цена

Agreed price

Подписано к размещению на сайте журнала: 30.12.2021 г.