



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

1(85)  
2008

**Редакционный совет:**

БАЛЫХИН Г. А.  
БЕЛОВ С. В.  
ГРАЧЕВ В. А. (председатель)  
ПОПОВ П. А.  
СОКОЛОВ Э. М.  
СОРОКИН Ю. Г.  
ТЕТЕРИН И. М.  
ТИШКОВ К. Н.  
УШАКОВ И. Б.  
ФЕДОРОВ М. П.

**И. о. главного редактора**  
ПРУСЕНКО Б. Е.

**Зам. главного редактора**  
ПОЧТАРЕВА А. В.

**Ответственный секретарь**  
ПРОНИН И. С.

**Редакционная коллегия:**

АНТОНОВ Б. И.  
ГЕНДЕЛЬ Г. Л.  
ГРУНИЧЕВ Н. С.  
ИВАНОВ Н. И.  
КАЛЕДИНА Н. О.  
КАРНАУХ Н. Н.  
КАРТАШОВ С. В.  
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н.  
КСЕНОФОНТОВ Б. С.  
КУКУШКИН Ю. А.  
МАСТРЮКОВ Б. С.  
МЕДВЕДЕВ В. Т.  
НАЗАРОВ В. П.  
ПАНАРИН В. М.  
ПОЛАНДОВ Ю. Х.  
ПОПОВ В. М.  
РУСАК О. Н.  
СИДОРОВ А. И.  
ФРИДЛАНД С. В.  
ЦХАДАЯ Н. Д.  
ШВАРЦБУРГ Л. Э.

## СОДЕРЖАНИЕ

### УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Адам А. М. Методы обеспечения экологической безопасности в целях устойчивого развития Западной Сибири . . . . . 2
- Лаптев Н. И., **Волостнов Д. В.** Индикаторы устойчивого развития Томской области. . . . . 6
- Пушкаренко А. Б., Золотарев А. П. Поддержка научной и инновационной деятельности в сфере охраны окружающей природной среды в Томской области. . . . . 9
- Цибульникова М. Р. Оценка природных ресурсов — необходимое условие устойчивого развития территории . . . . . 14

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Черногринов П. Н., Колесниченко Л. Г. Экологические проблемы урбанизированных территорий на примере г. Томска и пути их решения . . . . . 17
- Рогов Г. М., Лукашевич О. Д., Попов В. К. Водно-экологические проблемы г. Томска в контексте экологической безопасности . . . . . 25
- Рихванов Л. П., Язиков Е. Г., Барановская Н. В., Беляева А. М., Жорняк Л. В., Таловская А. В., Денисова О. А., Сухих Ю. И. Состояние компонентов природной среды Томской области по данным эколого-геохимического мониторинга и здоровье населения . . . . . 29
- Семенов С. Ю., Шелепова Л. И. Водно-болотная очистка сточных вод. . . . . 37
- Панин В. Ф., Попов В. А., Дашковский А. Г., Осипова Н. А., Шрамов Д. М., Филатов А. Ю. Разработка и реализация стратегии улучшения качества приземного воздуха в г. Томске, отвечающей мировым тенденциям защиты воздушной среды урбанизированных территорий 39
- Дрейлинг Ю. А. Сравнительный анализ качества воды реки Оби . . . . . 43

### ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Василевский М. В., Зыков Е. Г., Разва А. С. Обеспыливание воздуха циклонными аппаратами в пневмотранспортных установках. . . . . 46
- Гусельников М. Э., Кротова Ю. В. Разработка полупроводникового газоанализатора . . . . . 50
- Федорчук Ю. М., Цыганкова Т. С., Каратаев И. А. Усовершенствование технологии обезвреживания, измельчения и классификации сульфаткальциевых отходов СХК . . . . . 53

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Бурков В. А. Ракетно-космическая деятельность на территории Томской области. . . . . 55
- Горина Н. В. Лесные пожары . . . . . 57

### ОБРАЗОВАНИЕ

- Кобзарь О. И. Стратегия развития непрерывного экологического образования и просвещения в Томской области. . . . . 61
- Приложение.** Радиационная обстановка и обеспечение радиационной безопасности на территории Томской области

Журнал входит в "Перечень ведущих и рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук".

# УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 574

А. М. Адам, д-р техн. наук, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области

## Методы обеспечения экологической безопасности в целях устойчивого развития Западной Сибири

*Охарактеризована экологическая обстановка в Западной Сибири. Указаны факторы, негативно влияющие на состояние окружающей среды. Приведены мероприятия, проводимые в Томской области с целью улучшения экологической ситуации.*

Обеспечение экологической безопасности в условиях перехода Российской Федерации к устойчивому развитию является важным фактором и рассматривается Правительством России как часть национальной госу-

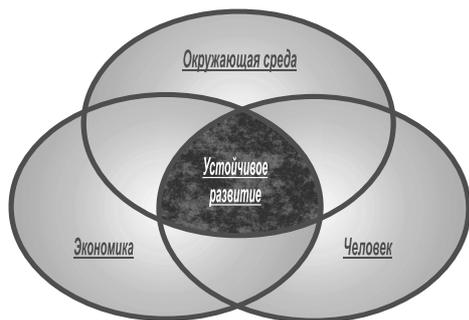


Рис. 1. Концептуальная схема устойчивого развития

дарственной политики. Проект Федерального закона "Об экологической безопасности" определяет понятие экологической безопасности как "состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, защищенности окружающей природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на нее".

Устойчивое развитие понимается как гармоничное технологическое, экономическое и социальное развитие территорий при сохранении жизнеспособности среды обитания. Этот принцип отражен в системе взаимодействия человека с окружающей средой (рис. 1). При формировании теоретических основ экологической безопасности исходили из того, что решение данной задачи должно сводиться к управлению качеством окружающей среды и природопользованием.

К основным источникам экологической опасности в Западной Сибири относятся: разработка месторождений полезных ископаемых, нефтегазопроводы; опасные ядерно-химические объекты; промышленность; неэффективное природопользование, которые определяют необходимость выделения двух направлений по обеспечению экологической безопасности: первое — оптимизация техногенных воздействий на окружающую среду и второе — оптимизация социально-эколого-экономической эффективности природопользования (рис. 2).

### Направления экологической безопасности

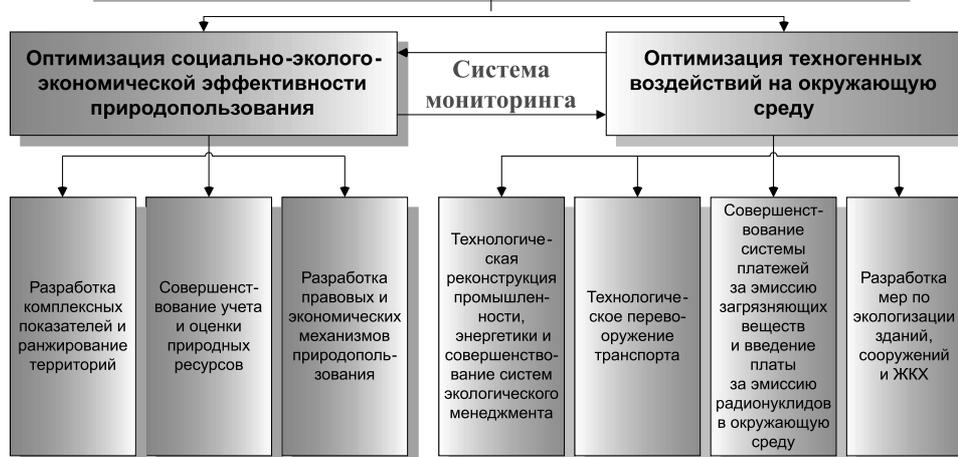


Рис. 2. Направление экологической безопасности

Оценку степени влияния техногенных нагрузок на природные ресурсы и окружающую среду в Западной Сибири, а также расчет интегральных показателей данного влияния следует осуществлять на основании материалов и показателей, получаемых с помощью национального, регионального, муниципального и точечного экологического мониторинга с учетом техногенной, природоресурсной и экологической специфики территорий. В Томской области (ТО) создана информационная система (ИС) мониторинга (рис. 3).

Система мониторинга является основой в развитии и

реализации направлений экологической безопасности. Структура системы определяет эффективность механизма поступления и обработки информации и, как следствие, качество принимаемых управленческих решений. Комплексный, многоуровневый мониторинг позволяет создать единую информационную основу для принятия управленческих решений в целях устойчивого природопользования с применением социально-эколого-экономических показателей, имеющих региональную специфику.

Система включает взаимосвязанные блоки регионального, муниципального и локального уровней информации. Блок состояния природных ресурсов включает не только количественные и качественные показатели, но и экономическую оценку природных ресурсов.

Методология определения степени экологической опасности территорий основывается: в техногенной сфере — на оценке качественного состояния главных компонентов окружающей среды, в сфере природопользования — на анализе эколого-экономической эффективности использования природно-ресурсного потенциала.

Анализ экологического состояния воздушного бассейна Западной Сибири показал, что в качестве универсального индикатора целесообразно использовать содержание в воздухе диоксида азота, определяющего степень риска здоровью населения. По риску для здоровья населения от превышения предельно допустимой концентрации данного вещества в атмосферном воздухе территория Западной Сибири подразделяется на четыре зоны риска: тяжелых хронических заболеваний, пороговых хронических, рефлекторных и эмоциональных реакций и зона отсутствия вредных эффектов. При этом риск тяжелых хронических заболеваний характерен для большей части Кемеровской области, а пороговых хронических — для районов нефтедобычи.

Наибольший вклад в загрязнение водного бассейна Западной Сибири в верховье р. Оби вносит Кемеровская область, а в средней и нижней частях бассейна р. Оби отмечается воздействие нефтегазового комплекса.

По степени загрязненности поверхностных вод нефтепродуктами (количество ПДК) на территории Западной Сибири выделяются четыре зоны экологической опасности: зона экологического бедствия (более 100 ПДК), зона чрезвычайной ситуации (50...100 ПДК), зона неудовлетворительной ситуации (5...50 ПДК) и зона удовлетворительной ситуации (менее 5 ПДК) и южная часть Алтайского края. В зоны чрезвычайной



Рис. 3. ИС "Мониторинг экологической ситуации в Томской области"

экологической ситуации и экологического бедствия входят Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий округа, особенно районы добычи и транспортирования нефти на территории Омской, Томской, Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края ситуация неудовлетворительная и лишь отдельные участки находятся в зоне удовлетворительной ситуации. На территории республики Алтай ситуация удовлетворительная.

Зонирование территории Западной Сибири по интегральному индексу устойчивости природно-территориальным комплексам к антропогенным воздействиям (рельеф, гранулометрический состав поверхностных отложений, органическое вещество, степень заболоченности территории и др.) позволило выделить девять категорий устойчивости (очень низкая, низкая, пониженная, средняя, достаточная, повышенная, высокая и очень высокая). К категориям низкой и очень низкой устойчивости относятся северные территории региона, что обусловлено распространением геокриолитозоны в сочетании с выраженной зональностью распределения почв и влиянием нефтегазового комплекса.

Анализ аварийности нефтепроводов показывает, что ежедневно происходит более трех аварий, при этом на ландшафт выливается в среднем по 2 т нефти. Ежегодно при добыче нефти сжигается 6...7 млрд м<sup>3</sup> попутного газа (75...80 % от общего объема добываемого попутного газа).

Истощение природно-ресурсного потенциала также является источником экологической опасности. Запасы ресурсов углеводородного сырья в наибольшей мере подвержены данной тенденции. Большая часть крупных и средних месторождений нефти уже



выработана на 70 %, а ежегодное воспроизводство запасов отстает от объемов добычи в 1,5—2 раза из-за недостаточного объема геологоразведочных работ.

Недоиспользование возобновляемых природных ресурсов приводит к их качественным негативным изменениям. Использование расчетной лесосеки в Западной Сибири не превышает 8 %, что приводит к старению лесов. Спелые и перестойные насаждения составляют 70 %. Это увеличивает лесопатологические процессы и пожароопасность в 2—7 раз. Индекс усыхания наибольшего значения достигает в республике Алтай.

Необходимо отметить радиационную опасность региона. Анализ ситуации подтверждает воздействие четырех взрывов на Семипалатинском, Новоземельском и Тозком полигонах на состояние радиационной обстановки в Западной Сибири.

В наибольшей мере радиационная опасность обусловлена производственной деятельностью и аварийной опасностью самого крупного в мире ядерно-технологического объекта — Сибирского химического комбината. Всего на Сибирском химическом комбинате произошло более 30 аварий, общая активность подземного захоронения жидких радиоактивных отходов составляет 400 млн Ки.

Методы обеспечения экологической безопасности основываются на экономических подходах, при этом безопасность технологических объектов базируется на сочетании превентивных и фискальных мер, а в сфере природопользования — на применении социально-эколого-экономического подхода к определению стоимости природных ресурсов и принципах комплексного природопользования.

Существующая система платежей за загрязнение окружающей среды в России основана на предельно допустимых концентрациях загрязняющих веществ без учета их класса опасности. Например, ставки платы за выбросы аммиака и диоксида азота составляют 62,5 руб./т. При этом не учитывается, что аммиак относится к четвертому классу опасности, а диоксид азота — ко второму.

Для минимизации техногенных воздействий на окружающую среду впервые разработаны и внедрены методики исчисления размера вреда, наносимого окружающей среде (атмосферный воздух, вода, земля, сброс радионуклидов в открытый водоем). В основу расчета такс положен анализ затрат на реализацию природоохранных мероприятий. Применение данных методов позволяет увеличить степень экологической безопасности технологических объектов в 4 раза.

Для снижения экологических рисков технологических объектов наиболее эффективными являются такие превентивные меры, как экологическая экспертиза проектов и организация системы экологического менеджмента на предприятиях.

Внедрение системы экологического менеджмента на предприятиях позволяет повысить экологическую безопасность технологических объектов в 2—3 раза. По результатам исследований на ОАО "Томский ин-

струмент" была изменена технологическая схема заделки сверл. При этом экономический эффект составил 1,8 млн руб./год. Экологический эффект — полностью прекращены сбросы и выбросы веществ первого класса опасности.

Для оптимизации социально-эколого-экономической эффективности природопользования, т. е. реализации второго направления экологической безопасности, в соответствии с рекомендациями ООН проведена оценка природных ресурсов (прямая рыночная, нерыночная и косвенная). Применение данного методологического подхода увеличивает стоимость ресурсов леса в тридцать раз.

Кроме того, для реализации данного направления разработаны и применяются на практике разнообразные методы и инструменты в сфере охраны биологического разнообразия, например "Методика оценки и расчета ущерба, наносимого животному миру и недревесным растительным ресурсам", "Положение об особо охраняемой природной территории муниципального уровня", "Механизм предоставления в пользование водных объектов для организации рыболовства" и др.

Внедрение предложенных институциональных механизмов обеспечивает привлечение инвестиций и реинвестирование природной ренты в охрану окружающей среды и развитие территорий.

Для принятия управленческих решений и разработки целевых программ по обеспечению экологической безопасности в целях устойчивого природопользования рассмотренные выше критерии можно использовать при формировании системы социально-эколого-экономических показателей, отражающих техногенную преобразованность и тенденцию развития территорий.

Разработано и использовано 26 комплексных показателей для оценки экологического состояния Томской областей в разрезе 16 муниципальных образований (районов). На основе расчетов весовых коэффициентов сформирован интегральный — мультипликативный показатель, включающий эколого-экономический ущерб, плотность населения, удельную не залесенную площадь.

По значениям мультипликативного показателя в Томской области выделено четыре зоны техногенной преобразованности, реально соответствующих текущей экологической ситуации в Томской области.

Для определения тенденций развития территорий в рамках международного проекта Минэкономразвития России и Правительства Великобритании разработаны индикаторы устойчивого развития Томской области. В результате анализа было выделено три группы индикаторов. Ключевые индикаторы (энергоёмкость ВРП; объем загрязнений, поступивших на единицу ВРП; количество не переработанных отходов) определяют характер развития территорий (устойчивое, неустойчивое). Дополнительные индикаторы (площадь особо охраняемых природных территорий, инвестиции в объекты природоохранного назначения, природный капитал, выбросы в атмосферу, сброс за-

грязненных сточных вод) позволяют определять причины изменений в развитии территорий. Специфические индикаторы (использование расчетной лесосеки, истощимость запасов нефти) отражают эффективность природопользования на конкретной территории.

На основе показателей техногенной преобразованности и индикаторов устойчивого развития предложена методология разработки программ по обеспечению экологической безопасности в целях устойчивого природопользования и процедура планирования устойчивого развития. Следует отметить, что данный подход был успешно применен при разработке и реализации Программ социально-экономического развития муниципальных образований и областной "Программы социально-экономического развития Томской области".

Обеспечение экологической безопасности городов имеет свою специфику. В качестве показателя степени экологизации технологических процессов может быть использовано снижение энергоемкости ВРП при его росте на душу населения. Следует отметить, что эти показатели имеют четко выраженную функциональную зависимость. В Томской области динамика валового регионального продукта увеличилась почти в 4 раза, а энергоемкость на единицу продукции уменьшилась в 2 раза.

Особую важность при обеспечении экологической безопасности городов имеет система городского кадастра. Например, создание карты загрязнения атмосферного воздуха в г. Томске позволило определить оптимальную схему размещения детских учреждений.

Для снижения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух разработан план действий по переоборудованию автотранспорта на газомоторное топливо и по переводу теплоэнергетического комплекса с твердого топлива на газ. На тепло- и электростанциях мощностью 500 Гкал/ч увеличение доли газа в топливном балансе на 15 % приводит к уменьшению выбросов вредных веществ на 2 тыс. т/год.

Основополагающим документом, позволяющим регулировать квоту на выбросы вредных веществ между предприятиями на экономической основе, является городской том предельно-допустимых выбросов (Том ПДВ).

На урбанизированных территориях через ливневые канализации в водные объекты поступает более 80 % загрязняющих веществ. Для очистки ливневых стоков предложен и апробирован метод, основанный на системе естественной очистки — искусственных болотах (constructed wetlands).

Анализ состояния ливневых канализаций городов Западной Сибири показывает, что 40...60 % ее коллекторов подвержены коррозионным явлениям и приводят к формированию оползневых зон. Для решения проблем по предотвращению оползневых процессов в Томской области принят закон "Об оползневых зонах". С целью повышения эффективности использования зеленых насаждений разработан проект закона "О зеленом фонде города Томска" и программа "Со-

хранение, восстановление и развитие зеленого фонда города Томска". Перечисленные меры по газификации, снижению влияния экзогенных процессов, а также градостроительные планы по озеленению позволяют снижать степень экологической опасности городских территорий более чем на 50 %.

Учитывая высокую зависимость комфортности проживания человека от экологической безопасности территории, следует, на наш взгляд, внедрять новую систему расчета оплаты за жилье, учитывающую коэффициенты экологической коррекции внешней и внутренней среды зданий.

На основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Методологическую основу обеспечения экологической безопасности составляют теоретические принципы системного подхода к управлению качеством окружающей среды и концепция устойчивого развития.

2. Специфика экологической опасности Западно-Сибирского региона заключается не только в техногенных источниках опасности, но и в трансформации природно-ресурсного потенциала.

3. Высокая степень риска здоровью населения преимущественно коррелирует с загрязнением атмосферного воздуха.

4. На экологическое состояние водных объектов основное воздействие оказывает нефтегазовый комплекс, влияние которого усиливается от среднего течения реки Оби до Северного Ледовитого океана.

5. По степени устойчивости природно-территориальных комплексов к техногенным воздействиям к категориям низкой и очень низкой устойчивости относятся северные территории региона, что связано с распространением геокриолитозоны.

6. Основой обеспечения экологической безопасности региона является приоритет экологического налога, включающего природно-ресурсную ренту в сочетании с повышением дифференцированных ставок за загрязнение окружающей среды, а также совершенствование фискальных и превентивных экономических механизмов.

7. Для определения антропогенной преобразованности ландшафта и степени экологической напряженности целесообразно использовать мультипликативный показатель, позволяющий строить оценочно-прогнозные картографические модели с применением методов ранжирования и зонирования.

8. При разработке программ социально-экономического развития территорий необходимо использовать индикаторы устойчивого развития, позволяющие определить тенденции экономического роста и эффективность природопользования.

9. Одним из методов обеспечения экологической безопасности городских поселений и здоровья населения может являться внедрение новой системы расчета оплаты за жилье, учитывающей коэффициенты экологической коррекции внешней и внутренней среды зданий.



УДК 574

**Н. И. Лаптев**, Западно-Сибирский экологический центр,  
**Д. В. Волостнов**, ОГУ "Облкомприрода"

## Индикаторы устойчивого развития Томской области

*Рассмотрена и разработана для Томской области уникальная система индикаторов устойчивого развития, характеризующих качество жизни, развитие экономики, социальной сферы, состояние окружающей среды. Описан опыт использования индикаторов в стратегическом планировании, при выработке управленческих решений органами власти, в программах социально-экономического развития, в образовательной сфере.*

Понятие "устойчивое развитие" было введено в мировую науку и политику комиссией Брунланд в докладе [1] как развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. В этом определении отражается экстенсивность нынешнего этапа развития человечества и наличие ресурсных ограничений.

Устойчивое развитие включает экономический, социальный и экологический аспекты.

Для оценки состояния региона и продвижения его по пути устойчивого развития требуется определенная система показателей. Данная цель сформулирована в главе 40 Программы [2] "Повестки на XXI век": "В целях создания надежной основы для процесса принятия решений на всех уровнях и содействия облегчению саморегулируемой устойчивости комплексных экологических систем и систем развития необходимо разработать показатели устойчивого развития" [2].

Индикаторы устойчивого развития должны отражать экономические, социальные и экологические аспекты удовлетворения потребностей современного поколения и не ограничивать способность будущих поколений удовлетворять собственные потребности. Чтобы развитие могло считаться устойчивым, оно должно осуществляться с учетом достижений экономического роста при обязательном обеспечении разумного баланса между потребностями общества по улучшению качества жизни и политикой, направленной на предотвращение деградации окружающей среды [3].

Мониторинг и оценка социально-экономических процессов, протекающих в обществе, являются одними из важнейших инструментов эффективного развития территорий. Еще большее значение эти процедуры приобретают в тех случаях, когда территория пытается управлять своим текущим и перспективным развитием сознательно, опираясь на обоснованные и взвешенные решения. Имеющийся опыт стратегического планирования в Томской области показал, что

отсутствие систематического мониторинга с последующим анализом выполнения мероприятий и достижения поставленных целей существенно снижает результативность и зачастую не позволяет сделать верные выводы о необходимости корректировки государственной политики и направлений деятельности. Заинтересованность Администрации Томской области в получении позитивных результатов от разработки стратегических документов, наличие квалифицированных кадров, материальных и информационных ресурсов сделали возможным включение Томской области в качестве модельного региона в международный проект "Разработка индикаторов для оценки устойчивости процесса экономических и социальных реформ в Российской Федерации" профинансированный Министерством международного развития Великобритании (DFID) по заказу Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации. Результатом проекта стала разработанная в 2003 г. для Томской области уникальная система индикаторов устойчивого развития (ИУР), использованная в дальнейшем для подготовки предложений по индикаторам устойчивого развития Российской Федерации.

Система индикаторов состоит из трех групп: ключевые, дополнительные и специфические для Томской области, каждая, из которых включает социально-экономические и экологические индикаторы (табл. 1). Набор индикаторов основывается на данных существующей областной статистики и вышеназванных организаций, дает возможность достаточно полно оценить продвижение области по пути устойчивого развития.

Индекс Джини комплексно характеризует степень дифференциации населения по уровню денежных доходов и изменяется в пределах от 0 до 1. Чем ближе значение индикатора к 1, тем выше степень неравенства населения по уровню денежных доходов.

Динамика показателя "Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов", имела в 2005 г. негативный тренд за счет уменьшения общего объема финансирования природоохранных мероприятий, складывающегося из инвестиций областного бюджета и вложений предприятий. Такое снижение (в 4 раза по сравнению с 2004 г.) может, при сохранении тенденции, привести к ухудшению экологической ситуации.

Индикатор "Индекс развития человеческого потенциала" (ИРЧП) рассчитывается на основе статистических данных: ВРП на душу населения, ожидаемая продолжительность жизни, уровень образования.

Содержание составляющих индикатора ИРЧП отражает базовые возможности, которыми люди долж-



Таблица 1

## Динамика некоторых индикаторов устойчивого развития Томской области

Индикатор	Тип показателя (область применения)	Единица измерения	2004 г.	2005 г.
<b>Ключевые</b>				
Валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения	Экономический	тыс. руб./чел.	141,5	177,4
Энергоемкость ВРП		тонн условного топлива/тыс. руб.	0,034	0,027
Доля отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной промышленной продукции		%	1,1	0,8*
Индекс развития человеческого потенциала	Комплексный	Индекс	0,799	—
Бюджетная обеспеченность	Социально-экономический	тыс. руб./чел.	15,3	19,5
Уровень безработицы:		% от экономически активного населения		
общей			7,98	7,98
регистрируемой		3,45	3,37	
Общий объем загрязнений на единицу ВРП	Экологический	т/млн руб.	5,17	3,60
<b>Дополнительные</b>				
Объем платных услуг на душу населения	Экономический	тыс. руб./чел.	14,8	18,8
Коэффициент обновления основных фондов		%	4,1	—
Реальные располагаемые денежные доходы населения	Социально-экономический	%	106,7	111,1
Уровень бедности		%	17,6	18,4
Коэффициент концентрации дохода (индекс Джини)		Индекс	0,384	0,383
Средний возраст населения	Социальный	лет	35,7	35,9
Естественный прирост населения		чел. на 1000 населения	-2,8	-3,8
Детская смертность		чел. на 1000 родившихся	13,8	13,2
Уровень общей заболеваемости		чел. на 1000 населения	1660,4	1681
Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов	Экологический	тыс. руб.	758 913, 6	188 917,6
Выбросы в атмосферу, всего		тыс. т	279,625	265,584
Сброс загрязненных сточных вод, всего		млн м <sup>3</sup>	16,87	11,94
<b>Специфические для области</b>				
Использование расчетной лесосеки		%	6,2	5,9
Истощимость запасов нефти		млн. т	-11 332	-7018

ны располагать для активного участия в жизни общества: возможность здоровой и продолжительной жизни, возможность и способность иметь знания (образование) и доступ к ресурсам, необходимым для достойного уровня жизни.

Величина ИРЧП служит критерием разделения регионов на группы с различным уровнем человеческого развития. Вне зависимости от уровня экономического развития к регионам с высоким уровнем человеческого развития относятся те, в которых ИРЧП > 0,8; к регионам со средним уровнем человеческого развития — те, в которых 0,5 < ИРЧП < 0,8; к регионам с низким уровнем человеческого развития — те, в которых ИРЧП < 0,5. По развитию человеческого потенциала в 2004 г. Томская область занимает 5 место в Российской Федерации (табл. 2).

Таблица 2

## Лидеры по индексу развития человеческого потенциала в Российской Федерации

Регион	2003 г.	Регион	2004 г.
Москва	0,866	Москва	0,872
Тюменская область	0,852	Тюменская область	0,867
Санкт-Петербург	0,809	Санкт-Петербург	0,817
Республика Татарстан	0,807	Республика Татарстан	0,811
Липецкая область	0,783	Томская область	0,799
Республика Башкортостан	0,783	Липецкая область	0,797
Республика Саха (Якутия)	0,782	Республика Саха (Якутия)	0,789
Самарская область	0,780	Белгородская область	0,788
Томская область	0,778	Самарская область	0,787
Белгородская область	0,776	Республика Башкортостан	0,785
Российская Федерация	0,773	Российская Федерация	0,781



Спектр применения индикаторов охватывает различные отрасли знаний и деятельности в Томской области.

Индикаторы согласовываются со стратегическими целями социально-экономического развития. Большинство индикаторов устойчивого развития (75 %) используются в качестве индикаторов и показателей Стратегии развития Томской области до 2020 года и Программы социально-экономического развития Томской области на 2006—2010 годы, разработанные Администрацией Томской области в 2005 г.

В настоящее время индикаторы устойчивого развития используются при мониторинге выполнения программы социально-экономического развития. На основе полученных данных вносятся предложения в Администрацию Томской области по корректировке целей и мероприятий программы.

К сожалению, не все важные индикаторы устойчивого развития включены в качестве показателей в Программу (например, валовый региональный продукт на душу населения, коэффициент обновления основных фондов, индекс развития человеческого потенциала и др.). Некоторые цели программы (инвестиционная привлекательность региона и интернационализация экономики) не имеют индикаторов устойчивого развития в качестве показателей. Все это обуславливает необходимость и возможность совершенствования системы индикаторов устойчивого развития и ее использования в интересах устойчивого развития региона.

Такие индикаторы устойчивого развития, как "Истощимость запасов нефти", "ВРП на душу населения", "Энергоемкость ВРП", использованы при разработке "Основных положений государственной политики развития добычи нефти в Томской области", подготовленном для Администрации Томской области.

В настоящее время опыт использования индикаторов устойчивого развития перенесен в Томской области на муниципальный уровень. Программы социально-экономического развития муниципальных образований Томской области, как правило, содержат наборы показателей, сходных по структуре и содержанию с индикаторами устойчивого развития. При этом многообразие проблем, географических, экономических, культурных особенностей не позволяют использовать стандартные универсальные наборы индикаторов, поэтому среди критериев отбора индикаторов на муниципальном уровне в первую очередь учитываются следующие:

- соответствие индикаторов поставленным на данной территории задачам развития;
- возможность сравнения данной территории с соседними муниципальными образованиями;
- доступность собираемой информации.

Индикаторы устойчивого развития служат для властей своего рода "барометром" состояния территории и происходящих на ней процессов. Их использование

становится нормой жизни для современного руководителя, ориентируя их не на борьбу с последствиями уже возникших проблем, а на упреждение их появления и, тем самым, на снижение управленческих рисков.

Пример Томской области лег в основу разработки индикаторов устойчивого развития в соседних Кемеровской области и Алтайском крае.

Важным аспектом использования индикаторов является информирование общественности. С 2003 г. в ежегодном выпуске "Состояние окружающей среды Томской области" присутствует глава "Индикаторы устойчивого развития Томской области", в которой приводится динамика индикаторов, анализ динамики и оценка тенденций их изменения во времени [4]. Это позволяет более полно представить населению результаты продвижения региона по пути устойчивого развития, объективно охарактеризовать экологическую ситуацию, связь охраны окружающей среды с экономикой и рациональным использованием природных ресурсов. Второе издание бюллетеня "Индикаторы устойчивого развития Томской области", вышедшее в 2005 г. с обновленной информацией активно используется не только специалистами по стратегическому планированию, но и органами законодательной и исполнительной власти различного уровня, населением и научной общественностью.

Находят применение индикаторы устойчивого развития и в образовательной сфере. В различных специализированных учебных курсах Томского государственного университета при подготовке специалистов-экологов на кафедре "Экологического менеджмента" студенты знакомятся с обоснованием принятия экологически значимых решений. Анализ динамики индикаторов устойчивого развития позволяет сделать оценку тенденций и результатов социально-экономического и экологического развития на основе реального опыта Томской области.

#### Список литературы

1. **Наше** общее будущее. Доклад международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР): Пер. с англ. / Под ред. С. А. Евтеева и Р. А. Перелета. — М.: Прогресс, 1989.
2. **Программа** действий. Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении (Материалы встречи на высшем уровне "Планета земля") / Сост. М. Китинг. — Женева, 1993.
3. **Бобылев С. Н., Медведева О. Е.** Экология и экономика: Региональная экологическая политика. — М.: ЦЭПР, 2003. — 271 с.
4. **Экологический мониторинг:** Состояние окружающей среды Томской области в 2006 году. // Под ред. А. М. Адам, редкол.: О. Г. Нехорошев, Д. В. Волостнов. Департамент природн. ресурсов и охраны окружающей среды, ОГУ "Облкомприрода" Администрации Томской обл. — Томск: Графика, 2006.



УДК 502.001.76

**А. Б. Пушкаренко**, канд. техн. наук, доц., **А. П. Золотарев**, канд. техн. наук,  
Комитет по науке и инновационной политике Томской области

## **Поддержка научной и инновационной деятельности в сфере охраны окружающей природной среды в Томской области**

*Рассмотрена система мер, действующая в Томской области в целях развития инновационной экономики региона, а также элементы инфраструктуры поддержки коммерциализации научных разработок в природоохранной сфере. Приведены наиболее приоритетные направления исследований и разработок в сфере охраны окружающей среды в Томской области: изучение и прогнозирование природно-климатических изменений; разработка новых способов и устройств борьбы с лесными пожарами; системы и оборудование для мониторинга окружающей среды; наночастицы для очистки воды; технологии очистки воды и почвы от нефтепродуктов; переработка и утилизация отходов.*

Создание природоохранных разработок и технологий является одной из приоритетных сфер научной и инновационной деятельности в Томской области в связи с наличием в регионе значительного количества экологических проблем. Решение этих проблем невозможно без разработки научно-технических решений и внедрения их в природоохранную практику.

Разработка научно-технических решений экологических проблем требует постоянного притока новых наукоемких идей в инновационную сферу. Для этого необходима слаженная работа всех элементов цепочки: фундаментальные исследования — прикладные исследования — опытно-конструкторские работы — малая серия — крупносерийное производство — реализация на рынке товаров и услуг. В Томской области со стороны органов государственной власти осуществляется поддержка разработок и проектов на всех этих стадиях. Для этого создана соответствующая региональная законодательная база: приняты областные Законы "Об инновационной деятельности в Томской области", "О научной деятельности и научно-технической политике Томской области", "Об образовании в Томской области", "Об инвестиционной политике Томской области".

Администрацией Томской области ежегодно проводятся конкурсы проектов научных исследований совместно с Российским фондом фундаментальных исследований и Российским гуманитарным научным фондом, конкурс научных разработок, конкурс молодых ученых. Основой поддержки инновационной деятельности является областная целевая программа "Развитие инновационной деятельности в Томской области на 2006—2008 годы" (Закон Томской облас-

ти от 13.01.2006 г. № 2-ОЗ), объем финансирования которой за три года из всех источников составит 8250 млн руб. Поддержка малых инновационных предприятий осуществляется также в рамках областной целевой программы "Развитие малого предпринимательства в Томской области на 2005—2007 годы" (Закон Томской области от 09.12.2005 г. № 229-03).

В дополнение к этому Администрацией г. Томска ежегодно выделяются средства на поддержку инновационной деятельности. Так, в 2006 г. на реализацию городской целевой инновационной программы (утверждено решением Думы г. Томска от 27.06.2006 г. № 180) было направлено 6 млн руб.

В результате целенаправленной работы по формированию условий для развития научной и инновационной деятельности к настоящему времени в области созданы все элементы инфраструктуры для ее поддержки, которые представлены на рисунке.

Одним из важнейших результатов согласованной деятельности всех элементов этой системы стала победа Томской области в конкурсе на право размещения особой экономической зоны технико-внедренческого типа в 2005 г. Данная система содействует осуществлению НИОКР в сфере решения экологических проблем и коммерциализации их результатов.

Основой создания научно-технических разработок в природоохранной сфере являются научные исследования, осуществляемые многими научно-образовательными организациями и инновационными предприятиями Томской области при поддержке органов государственной власти и местного самоуправления. Научные исследования в сфере экологии и природопользования в Томской области связаны в первую очередь с изучением и прогнозированием природно-климатических изменений. На базе Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН в 2002 г. был создан Сибирский центр климато-экологических исследований и образования.

Цель создания Центра — систематизация исследований природно-климатических изменений в Сибири, вызванных естественными и антропогенными факторами, прогнозирование динамики и последствий этих изменений, в том числе экологических и социально-экономических, а также обучение специалистов современным методам мониторинга и моделирования динамики природно-территориальных и техногенных комплексов.

Центр принимал активное участие в выполнении трех междисциплинарных проектов СО РАН: "Эко-



**Элементы системы поддержки инновационной деятельности в Томской области**

логические проблемы городов Сибири", "Комплексный мониторинг Большого Васюганского болота: исследование современного состояния и процессов развития" и "Сибирская геосферно-биосферная программа: интегрированные региональные исследования современных природно-климатических изменений". Выполнен проект в рамках VI Рамочной программы ЕС, создан двуязычный Web-сайт информационной системы по окружающей среде. Накопленный центром опыт помогает в подготовке и реализации проектов для национальных и международных программ. В первую очередь речь идет о проектах по моделированию и мониторингу региональных изменений климата, включая прогноз вызванных этим социальных и экономических последствий для региона. В Центре также выполняются проекты, победившие в совместном конкурсе РФФИ — Томская область:

— "Экспериментальные и модельные исследования состояния городской воздушной среды с использованием комплексной системы мониторинга и прогноза качества воздуха". Цель проекта — создание комплексной системы мониторинга и прогноза качества воздуха и проведение на ее основе экспериментальных и модельных исследований физико-химических процессов, протекающих в пограничном и приземном слое атмосферы. Прикладная цель проекта — локализация областей сильного загрязнения воздуха в г. Томске в зависимости от времени года и проверка степени достоверности получаемых прогнозов качества воздуха.

— "Создание базы данных об экологическом состоянии Томского региона с использованием новых математических моделей годичных колец деревьев как био-

индикаторов". Цель проекта — создание базы данных годичных колец деревьев для обеспечения мониторинга, прогноза экологического состояния территории и для проведения исследований отражения изменений окружающей среды в структуре древесины как биоиндикатора.

Важным направлением научных исследований в сфере охраны окружающей среды для Томской области является разработка новых способов и устройств для борьбы с лесными пожарами, созданы методики и пакеты прикладных программ для математического моделирования прикладных задач, ряд из которых внедрен на всей территории России. В рамках этого направления при поддержке РФФИ и Администрации Томской области в Томском государственном университете (ТГУ) ведутся исследования по созданию новой детерминированно-вероятностной модели прогноза лесной пожарной безопасности, базы данных к ней и геоинформационной системы для ее реализации на территории региона.

Помимо поддержки научных исследований в сфере охраны окружающей среды, важной задачей является коммерциализация уже разработанных технологий и приборов, направленных на решение экологических проблем. Решение этой задачи осуществляется при содействии вышеуказанных организаций инновационной инфраструктуры, обеспечивающих подготовку проектов, выбор и осуществление способов коммерциализации (создание малых предприятий, поиск инвесторов, промышленных партнеров, лицензирование технологий). Это позволяет обеспечить поддержку научных исследований и создание научно-технических

разработок и технологий защиты окружающей природной среды на их основе по нескольким направлениям.

1. Технологии и приборы контроля объектов окружающей среды.

В ТГУ в настоящее время организовано мелкосерийное производство газоаналитических сенсоров для контроля содержания различных газов в атмосфере, в том числе для контроля выбросов промышленных предприятий и детектирования паров взрывчатых веществ, выполняется совместный научный проект с университетом Фен Цзя (Тайвань), создано предприятие ООО "Сенсерия" по коммерциализации этих разработок.

В Томском политехническом университете (ТПУ) разрабатываются методы и устройства для осуществления экспрессного количественного контроля содержания веществ в элементах окружающей среды и продуктах питания с использованием спектрофотометрического оборудования или специального портативного анализатора. Оптические полимерные сенсоры и методики предназначены для простого и быстрого контроля на бытовом и экспертном уровне наличия токсичных элементов (металлов, органических веществ) и полезных веществ (витаминов, микроэлементов).

2. Электроника и информационные технологии.

В настоящее время многие виды информационных технологий широко используются для изучения состояния окружающей среды — системы мониторинга; геоинформационные системы; системы контроля за состоянием окружающей среды, передачи и обмена информацией о ее состоянии.

В Томском университете систем управления и радиоэлектроники разработана система аэрокосмического мониторинга приземного слоя атмосферы, предназначенная для решения следующих задач:

- дифференциация участков обслуживаемого региона по степени экологического неблагополучия;
- выявление основных загрязнителей воздушного бассейна по данным многозональной космической съемки;
- обеспечение контроля состояния зеленых насаждений в черте города и лесных массивов, оценки ущерба от лесных пожаров, определения границ затопления поймы и пр.

Система осуществляет ввод, визуализацию и дешифрование аэрокосмических изображений контролируемого региона в интерактивном режиме. Информация, получаемая системой, накапливается и может использоваться различными региональными службами для определения состояния окружающей среды различных участков контролируемой территории. Достоинством системы является возможность совместной компьютерной обработки разнородных изображений. Программное обеспечение системы аэрокосмического мониторинга апробировано на космических снимках Томска, Барнаула, Омска, Красноярска и позволяет добиться качественно нового уровня исследований, а также сокращения времени обработки данных и представления результатов.

В Институте оптики атмосферы СО РАН более 30 лет создаются оптико-электронные системы и оптические технологии диагностики окружающей среды. Так, в Институте создан многоцелевой автоматизированный лидарный комплекс "Атмарил-3", представляющий собой мобильную систему, предназначенную для решения широкого класса задач научного и прикладного характера по контролю окружающей среды и проведения атмосферно-оптических и гидрооптических измерений с борта платформы-носителя (самолет, судно). При дистанционном зондировании морской акватории лидар способен детектировать наличие нефтяной пленки на поверхности воды и хлорофилла фитопланктона в ней.

Кроме того, в Институте разработана мобильная лидарная станция дистанционного контроля промышленных газо-аэрозольных выбросов, предназначенная для дистанционного (бесконтактного) контроля газового состава выбросов (концентрации отдельных компонент), массовой концентрации аэрозолей, температуры, скорости, влажности, объема выброса, а также скорости и направления его распространения в атмосфере. Размещение аппаратуры на автомобильном носителе позволяет одним комплексом аппаратуры проводить контроль большого числа источников выбросов в реальном времени; может также проводиться анализ ряда физико-химических превращений выбросов в атмосфере.

Одной из перспективных разработок Института является многоволновой оптико-акустический газоанализатор на основе волноводного CO<sub>2</sub>-лазера, который применяется для измерения следовых концентраций атмосферных и антропогенных газов, контроля концентраций химических молекулярных соединений в газах, включая токсичные, в атмосфере и технологических процессах; для анализа спектра поглощения выдыхаемого воздуха и определения газовых маркеров различных заболеваний.

3. Нанотехнологии и новые материалы.

Исследования в данной сфере в Томской области связаны в основном с разработкой фильтровальных материалов для очистки воды от различных загрязнений. В Институте физики прочности и материаловедения СО РАН разработаны фильтровальные материалы на основе нановолокон.

- Aquavallis — для очистки воды от всех видов микробиологических загрязнений.

По данным Всемирной организации здравоохранения 80 % всех инфекционных болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством воды или нарушением санитарно-гигиенических норм вследствие ее недостатка. С учетом постоянно растущего дефицита водоснабжения эти проблемы будут только усугубляться, а их повсеместность и глобальность обеспечивают устойчивый и высокий рост спроса на устройства и средства очистки воды. Удаление микроорганизмов и других загрязняющих микрочастиц из жидкостей при помощи фильтрации имеет огромное значение как в сфере производственных процессов и



контроля качества, так и для водоподготовки в бытовых целях. Разработанный в Институте материал Aquavallis имеет значительные преимущества перед известными мировыми аналогами по цене, скорости фильтрации и эффективности извлечения микроорганизмов из водных сред, которая составляет 99,99999—100 %. Сорбент вызывает большой интерес у зарубежных промышленных компаний, для организации его производства при поддержке Администрации Томской области было создано ООО "Аквазон". Для вывода продукции на зарубежные рынки Бюро коммерциализации Института прорабатывает вопрос о создании совместного предприятия с компанией из Словении.

- Сорбент GR-3 для очистки питьевой воды от мышьяка.

В густонаселенных странах (Индии, Китае, Вьетнаме, Африке, Мексике и др.) более 80 % источников питьевой воды имеют концентрации мышьяка, в десятки раз превышающие допустимые концентрации, установленные стандартом Всемирной организации здравоохранения. Большинство существующих методов очистки воды от мышьяка характеризуются высокой затратностью и соответственно ценой для конечного пользователя, что снижает их конкурентоспособность. Разработанный сорбент обладает всеми необходимыми технико-экономическими характеристиками, чтобы решить проблему обеспечения чистой водой населения этих стран: невысокая цена по сравнению с существующими методами (5 долл. США за 1 кг), высокая пропускная способность, большой ресурс работы (100 000 л при исходной концентрации мышьяка 50 мкг/л и средних pH). Разработанный композиционный сорбент GR-3 представляет собой инертный носитель (экологически безопасный материал) с развитой поверхностью, на который нанесены активированные нановолокна. Обладая большой удельной поверхностью, сорбент GR-3 имеет высокую сорбционную емкость также по отношению к свинцу, хрому, никелю, цинку.

В Томском государственном архитектурно-строительном университете (ТГАСУ) была создана технология производства волокнистого синтетического материала (сорбент нефти и нефтепродуктов "Ирвелен") из отходов пластика. Данный сорбент многократного использования имеет высокую сорбционную емкость за счет большой удельной поверхности, превосходит существующие российские и мировые аналоги по нефтеемкости и работоспособности. Сорбент "Ирвелен" прост в применении, показывает высокую эффективность, имеет невысокую цену, дешев в утилизации после применения. Для организации производства сорбента на основе технологии ТГАСУ в Германии были получены патенты РФ, патент США, европейский патент и создано совместное предприятие Microfaser Repro GmbH. Сферы использования сорбента "Ирвелен":

— очистка вод и поверхности грунта от нефтепродуктов (боновые заграждения, нефтепоглощающие элементы);

— звуко-теплоизоляционные материалы на основе полимерного волокна;

— очистка питьевой воды от взвешенных веществ, ионов тяжелых металлов;

— для бытового и промышленного назначения систем воздухоочистки;

— использование отработанных сорбентов для модификации битума и асфальтобетонов;

— очистка конденсата на газовых заправочных станциях и газодобывающих предприятиях, системах газового отопления;

— очистка воздуха от масляного "тумана" в компрессорных установках;

— уменьшение жирового "тумана" в уходящем потоке с целью предотвращения загрязнения внутренних поверхностей воздухопроводов и поверхностей оборудования.

#### 4. Биотехнологии.

Биотехнологии являются одной из наиболее перспективных областей высоких технологий. С их применением можно решить главные проблемы, стоящие перед человечеством, такие как неудовлетворительное питание, болезни, энергетический кризис, загрязнение окружающей среды. В Томской области исследования в этой сфере в первую очередь связаны с разработкой и применением технологий рекультивации нефтезагрязненных почв. Работы в этом направлении ведутся в Научно-исследовательском институте биологии и биофизики ТГУ. Кроме того, научно-техническое объединение "Приборсервис" выполняет работы по собственной технологии рекультивации загрязненных нефтью и нефтепродуктами почвы и воды, на основе способа стимулирования активности аборигенной нефтеусваивающей микрофлоры загрязненного грунта, что не требует трудоемких, дорогостоящих операций, связанных с выделением, культивированием и внесением углеводородокисляющей культуры микроорганизмов. Применяемый метод особенно положительно влияет на микробиологическую и ферментативную активность, так как способствует улучшению условий жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, которые количественно и по интенсивности метаболизма доминируют в почвах и являются основными деструкторами углеводородов. Предприятие "Приборсервис" было признано лучшим инновационным предприятием области в 2006 г.

В ТПУ разработаны технологии переработки вторичного лесопромышленного сырья для производства глюкозы, фруктозы, сахарозы, лимонной и молочной кислот и кормовых добавок. Благодаря своей универсальности технологии могут применяться в пищевой, фармацевтической, микробиологической промышленности, животноводстве и птицеводстве.

#### 5. Утилизация отходов.

Одной из наиболее приоритетных экологических проблем для Томской области является обращение с отходами. Исследования и разработки в сфере утилизации бытовых и промышленных отходов ведутся как научно-образовательными организациями региона, так и инновационными предприятиями.

В ТПУ создана технология деструктивного окисления концентрированных высокотоксичных отходов органической и металлоорганической природы. Предлагаемый метод заключается в том, что путем анодного окисления растворов серной кислоты непрерывно производится комплекс различных окислителей, разрушающих полностью токсичные отходы, находящиеся в электролизере, до углекислого газа и воды. Данный процесс позволяет также осуществлять деструкцию смесей органических веществ (степень очистки более 99 %); способствует выделению ионов металлов. Процесс протекает в мягких условиях — низкая температура, атмосферное давление; не требует дорогостоящих реагентов и материалов, исключает образование вторичных загрязнителей, прост в эксплуатации. Установка для обезвреживания может быть мобильной, что позволит избежать аварийных ситуаций при транспортировке отходов к месту утилизации. Данная технология применяется для обезвреживания отходов, образующихся при получении, транспортировке, хранении биологически активных веществ, пестицидов, красителей, лекарственных препаратов, отравляющих веществ.

Актуальной для Западно-Сибирского региона является разработанная в ТПУ технология и установка для безотходной утилизации нефтешламов и жидких органических отходов в условиях каталитически активной воздушной плазмы электрических разрядов в виде горючих водо-топливных композиций, в настоящее время исследуются возможности организации производства мобильных установок утилизации нефтешлама, образующегося в процессе добычи и переработки нефти.

Преимуществами установки являются малые габариты, компактность и мобильность; низкие затраты электроэнергии на утилизацию  $1 \text{ м}^3$  шламов (не более  $0,1 \text{ МВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$ ); получение тепловой энергии от утилизации шламов до  $2,0 \text{ МВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$ ; отсутствие органических загрязняющих веществ в твердых продуктах утилизации; возможность утилизации широкого класса токсичных отходов; отсутствие сброса загрязненных вод.

Прикладные исследования и разработки в сфере охраны окружающей среды, создаваемые в научно-образовательных организациях, используются на инновационных предприятиях Томской области. Кроме того, некоторыми предприятиями ведутся самостоятельные исследования с привлечением сотрудников научных организаций. В целом в Томской области деятельность в сфере внедрения оборудования и технологий защиты окружающей среды осуществляют следующие предприятия:

1. ООО "Научно-техническое объединение "ПриборСервис" — технологии рекультивации нефтезагрязненных почв, разработка и внедрение установок по сжиганию нефтесодержащих отходов.

2. ООО "Научно-внедренческое предприятие "Энко" — разработка альтернативных источников энергии — утилизация ТБО и получение жидких углеводородов в целях сжигания и получения энергии.

3. ООО "Научно-производственное предприятие "Аппарат" — технологии изготовления горюче-смазочных материалов из отработанных масел и смазывающих материалов, применение отработанных масел в гидравлике.

4. ООО ПКЦ "Север" — переработка промышленных отходов.

5. ООО "Славяне" — переработка ртутьсодержащих отходов на основании собственной технологии.

6. ОАО "Научно-внедренческое предприятие "Эчтех" — переработка бытовых и промышленных отходов, ликвидация разливов нефти.

7. ООО "Аквазон" — внедрение фильтровального материала Aquavallis и индивидуальных водоочистителей для устранения микробиологических загрязнений.

8. ООО "Техноимпульс" — разработка озонаторов для очистки воды от загрязнений.

9. ООО "Надежда-Вл" — разработка и монтаж станций очистки питьевых и сточных вод.

10. ЗАО "Номос-4" — переработка отходов термопласта для изготовления волокнистых сорбентов.

11. ООО "Научно-производственное предприятие "Руно плюс" — производство полипропиленового сорбента нефти.

12. ООО НПФ "Триан" — разработка и производство серии аналитических комплексов для анализа токсичных и контролируемых примесей в объектах окружающей среды, пищевых продуктах.

13. ООО "Сенсерия" — разработка и производство газоаналитического оборудования для контроля выбросов.

14. Томский инновационный центр лазерных и оптических технологий — создание оптико-электронных систем и приборов, лазеров и лазерных систем для применения в системах мониторинга окружающей среды.

15. ЗАО "Чистый мир" — технологии очистки от нефтяных загрязнений.

Данные предприятия получают информационно-методическую и финансовую поддержку Администрации Томской области для реализации перспективных целей охраны окружающей среды и развития экономики региона проектов.

Таким образом, есть основания говорить о наличии в Томской области высокотехнологичного рынка товаров и услуг в области защиты окружающей среды. В связи с постоянно возрастающей актуальностью научных исследований и разработок в данном направлении в ближайшие годы на рынке экологических технологий и оборудования ожидается острое соперничество российских и зарубежных научных организаций и промышленных компаний. В этой ситуации система поддержки научной и инновационной деятельности, действующая в Томской области, будет являться одним из основных факторов обеспечения конкурентоспособности научных организаций и инновационных предприятий региона, ориентированных на исследования и разработки в сфере охраны окружающей среды.



УДК 553.3/9.00312

**М. Р. Цибульникова**, канд. геол. наук,  
Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области

## Оценка природных ресурсов — необходимое условие устойчивого развития территории

*Рассмотрены вопросы учета и оценки природных ресурсов как важного фактора в принятии эффективных управленческих решений по изучению, использованию, воспроизводству и охране природных ресурсов для целей инновационного роста.*

Практические исследования и разработки, направленные на повышение социально-эколого-экономической эффективности природопользования в соответствии с принципами устойчивого развития, позволили выделить оптимизацию природопользования как самостоятельное направление в системе обеспечения экологической безопасности.

Развитие любой территории в долгосрочной перспективе предполагает организацию эффективного взаимодействия природы и экономики. Исходя из положения о том, что капитал устойчивости территории складывается из трех составляющих: техногенного, природного и социального капиталов, возникает необходимость увязать экологические и социально-экономические проблемы и наметить пути их решения в логике устойчивого развития. В связи с этим региональная аналитическая система должна иметь достоверную информационную базу, позволяющую учитывать использование природных активов с учетом их истощения в дополнение к произведенному капиталу. Такой подход к управлению природными ресурсами в международной практике получил название эколого-экономического учета.

В основе экономической интерпретации концепции устойчивого развития заложена теория сохранения природного капитала территории. Любое сокращение запасов природного капитала необходимо компенсировать увеличением запасов человеческого и/или физического капитала. Большая часть природной ренты, создаваемой на территории, должна направляться на развитие и восстановление природных ресурсов той территории, на которой она создается.

Изменения в динамике природного капитала отражают характер развития территории, определяют стратегию ее развития.

Исследования по оценке природного капитала, проведенные в 1999 году, показали, что наибольшее значение в формировании природного капитала территории имеют топливно-энергетические ресурсы, доля которых составила 98 % от общей ценности природного капитала, что обусловило высокую экспоненциальную зависимость (коэффициент корреляции равен 0,96) роста внутреннего регионального продукта (ВРП) от объема добычи нефти (рис. 1).

Эти факторы определили ориентацию стратегического развития Томской области на приоритетное развитие нефтегазового комплекса.

Однако нефтегазодобывающий комплекс не может рассматриваться как стратегический источник повышения доходов в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Хотя в случае доразведки могут быть приняты в эксплуатацию новые месторождения, но затраты на их освоение и эксплуатацию будут высокими. С 2005 г. начинается падение уровней добычи нефти в Томской области. В 2006 г. наблюдалось резкое падение цены на нефть (рис. 2). При возможном падении мировых цен на нефть и газ многие месторождения в Томской области станут нерентабельными.

Оценка природного капитала в 2005 г. показала рост доли ценности запасов минерального строительного сырья и недревесных ресурсов леса. Если в годовом потоке использования природного капитала еще заметно преобладают углеводы (рис. 3), то с учетом того, что их срок эксплуатации ограничен, в стоимости запасов природного капитала Томской области доля углеводородов заметно снижается до 58 % (рис. 4).

Экономическая оценка ресурсов леса показала, что грибы, ягоды, лекарственные растения являются полноценным источником дохода для местного населения. Так, экономическая ценность недревесных по-

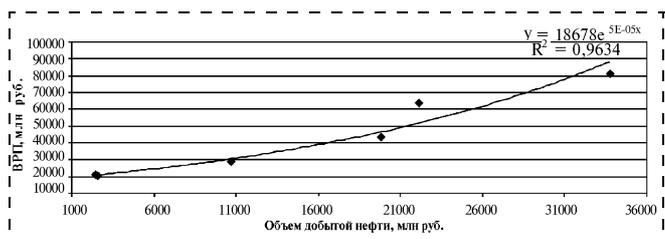


Рис. 1. Зависимость объема ВРП Томской области от объема добычи нефти в 1999—2004 гг.

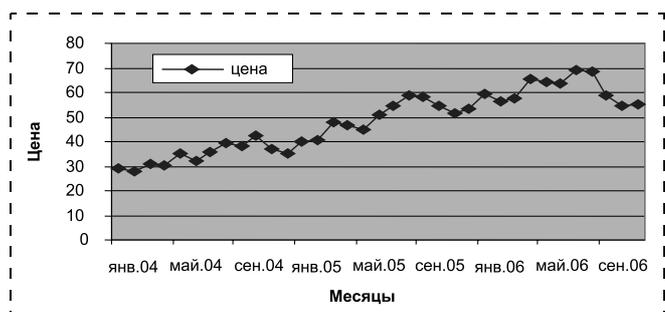


Рис. 2. Динамика цены нефти

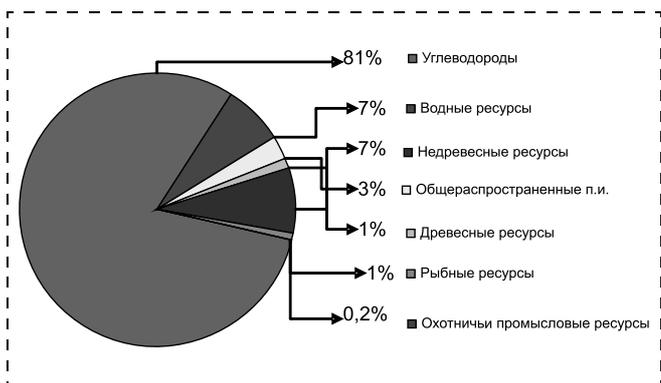


Рис. 3. Структура использования природного капитала Томской области в 2005 г. (годовой поток использования)

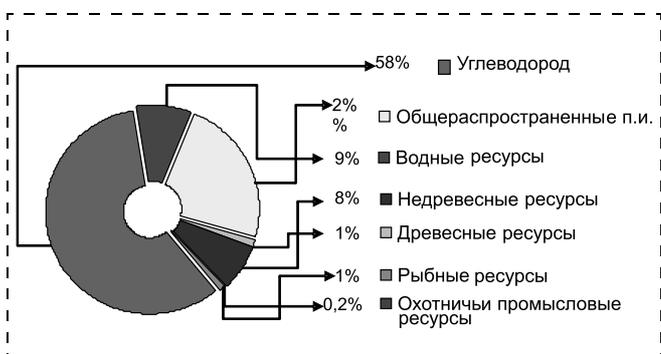


Рис. 4. Структура природного капитала Томской области в 2005 г. (чистая стоимость запасов на конец года)

лезностей леса выше ценности древесины. При этом наибольшую ценность представляют грибы (47 % от общей ценности) и кедровые орехи (24 % общей ценности). Тем не менее учет запасов недревесных ресурсов леса практически отсутствует, что затрудняет возможность эффективной организации заготовок дикоросов и своевременного принятия мер по сохранению мест их массового произрастания (территорий с промышленными запасами). В результате, при промышленной заготовке древесины, разрабатке месторождений население лишается запасов недревесных ресурсов, которые играют существенную роль в их жизнеобеспечении.

Особенно остро стоит вопрос на территориях, где ведется нефтегазодобыча. До 2002 г. доля доходов от природных ресурсов составляла около 5 % в общем объеме доходов областного бюджета (рис. 5). К 2002 г. она увеличилась почти до 30 % за счет налога на добычу полезных ископаемых (в основном углеводородов). Но напрямую связанных с этим позитивных изменений в социально-экономическом развитии области не наблюдалось. Напротив, возникли дополнительные проблемы: перестали выделяться средства из областного бюджета на геологоразведочные работы, уменьшились доходные части бюджетов нефтегазодобывающих районов Томской области. Это связано с изменением в распределении рентных доходов между уровнями бюджетов. До 2001 г. законодательством было преду-

смотрено распределение платежей за добычу полезных ископаемых (для углеводородов) 40 % в федеральный бюджет, 30 % — в областной, 30 % — в местный. Также законом были определены целевые отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы. В настоящее время эти платежи заменены налогом на добычу полезных ископаемых, который до 2004 г. распределялся таким образом: 80 % — в федеральный бюджет, 20 % — в областной бюджет, 0 % — в местные бюджеты. В 2004 г. доля регионов снижена до 14 % и в 2005 г. — до 5 %. Нефтегазодобывающие районы Томской области превратились из самодостаточных в дотационные. То же произошло и с Томской областью в целом.

Ежегодная чистая стоимость природных ресурсов, изымаемая с территории Томской области при добыче нефти, составляет около 30 % от общих налоговых поступлений в бюджет Томской области.

С учетом вышеизложенного для Томской области меняется соотношение различных видов природных ресурсов в структуре природного капитала. Соответственно, необходима корректировка приоритетов в развитии области в сторону уменьшения значения нефтедобычи и необходимости развития пищевой перерабатывающей промышленности в районах области.

Применение методов денежных оценок природных ресурсов с учетом эколого-социальной составляющей позволяет проследить объемы формирования природной ренты на территории области и ее распределение.

Чистая стоимость природного ресурса (рента), создаваемая на территории области, является показателем эффективности природопользования. Чем выше степень переработки природного ресурса на территории, тем выше его денежная оценка. Стоимость запасов природных ресурсов в соответствии с методологией Всемирного Банка рассчитывается как капитализированная годовая рента на период возможной эксплуатации достоверно оцененных запасов природного ресурса. Поэтому при проведении оценки природного капитала важно как можно более полно учитывать поток используемых природных ресурсов. В системе статистического учета отсутствует информация о природопользовании домашних хозяйств. Информацию об объемах потребления древесины для личных нужд, грибов, ягод, орехов, водных биологических ре-

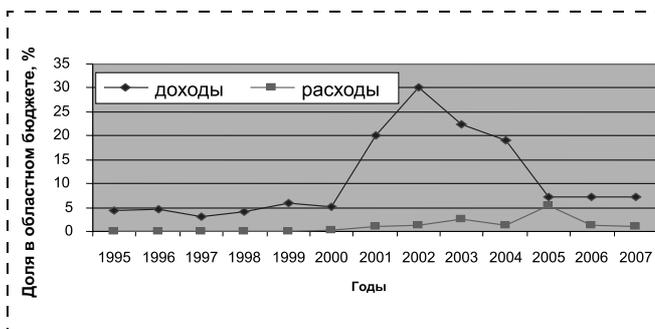


Рис. 5. Доля доходов от природных ресурсов в областном бюджете и расходов на охрану и воспроизводство природных ресурсов



сурсов и охотничьих животных можно получить только на основании прямых опросов населения. По той же причине в оценке природного капитала не учитываются рекреационные ресурсы, которые оцениваются по "готовности платить".

Одной из основных целей "Стратегии развития Томской области до 2020 года" является рациональное использование природного капитала. Контрольными индикаторами реализации этой цели являются: "природный капитал" и зависящий от него показатель "истинные сбережения". Из-за отсутствия информации об объемах недревесных ресурсов, заготавливаемых населением для собственных нужд, выводы экспертов по оценке природного капитала основаны на искаженных данных. В них по-прежнему приоритеты отдаются развитию нефтегазодобывающего комплекса.

Общая экономическая ценность природного капитала территории области (без учета способности лесов и болот поглощать углерод и рекреационных ресурсов) в шесть раз превышает ценность физического капитала. В связи с этим большое значение приобретает определение степени истощения имеющихся запасов природных ресурсов, а также разработка и внедрение мероприятий по сохранению и повышению эффективности их использования.

Для повышения эффективности управления природопользованием на локальных территориях необходима разработка системы эколого-экономического учета (СЭЭУ) и оценки природного капитала на уровне районов и области в целом. Такая система позволит отслеживать и оценивать динамику потоков, затрат и выгод в сфере природопользования как в области в целом, так и в отношении конкретных природных объектов и территорий.

В СЭЭУ выделяют два базовых элемента: физический учет природных ресурсов и их денежная оценка. Физический учет представляет собой структурированное описание составляющих элементов природного капитала с учетом сложившихся традиционных подходов использования природных ресурсов на конкретной территории. Проведение физического учета позволяет произвести оценку в физических показателях объемов запасов природных ресурсов, оценить их изменение в результате принятых экономических решений или действий естественных факторов.

На основе данных физического учета проводится денежная оценка природных ресурсов. Мониторинг денежных потоков позволяет своевременно выявить негативные процессы истощения эколого-ресурсной базы, определять потенциальные территории экологической деградации и заблаговременно применять упреждающие меры прежде всего экономического характера.

Планирование развития отраслей экономики без учета количественного и качественного изменения природных ресурсов на локальных территориях могут привести к отрицательным результатам. Разработка механизма ведения природного бюджета области позволит сбалансировать расход природных ресурсов и

их эксплуатацию в соответствии с принципами устойчивого развития, усилить социальную и экологическую функцию бюджетного процесса, улучшить условия для привлечения инвестиций и повысить устойчивость территориального развития.

Существующая система учета природных ресурсов в Томской области в физических показателях ориентирована в настоящее время на потребности отраслевого управления. Но использование этой информации в направлении комплексного территориального анализа крайне затруднено, так как учитывается локальное истощение природных ресурсов, что может привести к ошибочным выводам в направлении инвестиций.

Повышение социально-эколого-экономической эффективности природного капитала — одно из важнейших стратегических направлений развития экономики области и ее экологической безопасности, которое зависит от информационной основы принятия решений в сфере регулирования природопользования и охраны окружающей среды на всех уровнях, начиная с принятия стратегических направлений развития экономики региона до оценки конкретных инвестиционных проектов и расчета компенсации причиненного ущерба.

В настоящее время в отдельных регионах России (Ярославская, Рязанская, Калужская области) на законодательном уровне закреплена обязанность и определен уполномоченный орган по учету и оценке природных ресурсов, осуществляется ведение "природного бюджета". Показатели состояния природного капитала приравнены к обязательным показателям макроэкономического развития региона наряду с ВРП.

В Департаменте природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области проводятся работы по созданию единой областной геоинформационной, аналитической базы природопользования с применением современной методологии экономической оценки природных ресурсов, совместимой с Международными и отечественными стандартами, готовятся предложения по внедрению опыта ведения "природного бюджета" в Томской области.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать перечисленные ниже выводы.

1. Эффективность эколого-экономических методов управления природопользованием зависит от степени учета социального и экологического факторов в экономической оценке природных ресурсов.

2. В основе распределения природной ренты между Центром, территориями и природопользователями должна лежать экономическая оценка природного капитала территории

3. Законодательное закрепление обязательности экономической оценки природных ресурсов в системе государственного управления природопользованием в соответствии с международными стандартами позволит эффективно осуществлять эколого-экономическое регулирование природопользования с учетом механизма реинвестирования рентных доходов в охрану и воспроизводство природных ресурсов.

УДК 574:911.375.227.006

**П. Н. Черногринов**, канд. биол. наук, ОГУ "Облкомприрода",  
**Л. Г. Колесниченко**, Управление по технологическому  
 и экологическому надзору Ростехнадзора по Томской области

## Экологические проблемы урбанизированных территорий на примере г. Томска и пути их решения

*На примере г. Томска рассмотрены основные экологические проблемы урбанизированных территорий, предложены мероприятия, направленные на их решение.*

Урбанизированная среда представляет собой сложную полифункциональную динамично развивающуюся открытую систему. Основной особенностью городов является высокая концентрация населения на сравнительно небольшой территории, поэтому здесь наблюдается максимальное влияние всех видов антропогенного воздействия на окружающую среду (рис. 1).

История развития сибирских городов началась в конце XVI века с момента распада Сибирского ханства. Образование г. Томска датируется 1604 г. За свою четырехсотлетнюю историю г. Томск несколько раз менял свое функциональное назначение от оборонительного на начальном этапе развития до многофункционального (административного, научно-образовательного, промышленного, культурного, торгового) в настоящее время. Воздействии на окружающую среду изменяется с ростом численности населения и изменением функций города. Так, на начальном этапе урбанизации действовала иная схема (рис. 2).

Росту населения в г. Томске (рис. 3) способствовали в разные этапы развития ссылки из центральных районов России, миграция крестьян из близлежащих деревень, строительство Сибирского тракта, развитие образовательного комплекса, эвакуация населения в годы Великой отечественной войны, развитие промышленного комплекса [16]. Увеличение численности населения обуславливал рост застроенной городской территории (рис. 4 — см. 1-ю стр. вкладки).

Долгое время застройка города не подчинялась единым правилам. Лишь в 1773 г. был составлен и ут-

вержен первый регулярный план г. Томска, в котором предполагалась геометрическая правильность планировки. В 1830 г. был принят Генеральный план, разработанный петербургским архитектором Гесте, учитывающий ландшафтную структуру города. По этому плану г. Томск развивался до конца XIX—начала XX века [1]. В 1938—1939 гг. был разработан новый проект городской планировки, но его реализации помешала война. В 1947 г. институтом "Ленгипрогор" была проведена корректировка Генерального плана, после чего все жилищное строительство осуществлялось на основе типовых проектов. В 1968 г. утверждается новый Генеральный план г. Томска, выполненный московским институтом "Гипрогор", по которому территории центральной части были реконструированы, частично снесена историческая застройка. Следующий проект Генерального плана был разработан в 1987 г. институтом "Гипрогор" и утвержден Решением Томского городского Совета в 1992 г. В 2003—2006 гг. НПИ ПП "ЭНКО" (г. Санкт-Петербург) был разработан новый Генеральный план г. Томска, в котором были обобщены данные десятков научных, производственных и проектных организаций города, выявлены существующие экологические проблемы

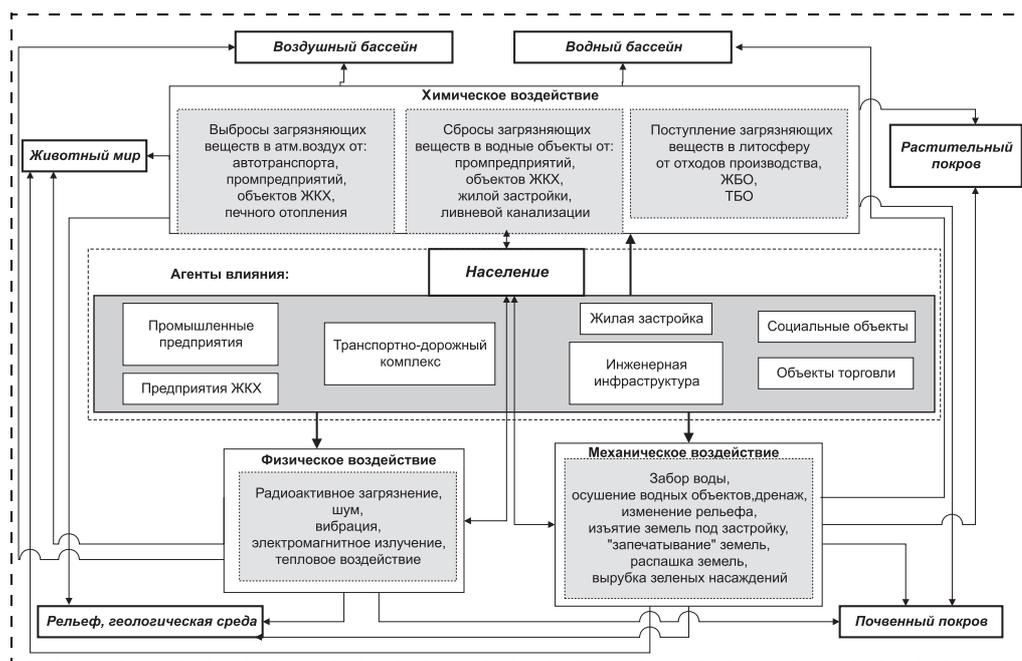


Рис. 1. Схема антропогенного воздействия на окружающую среду урбанизированных территорий

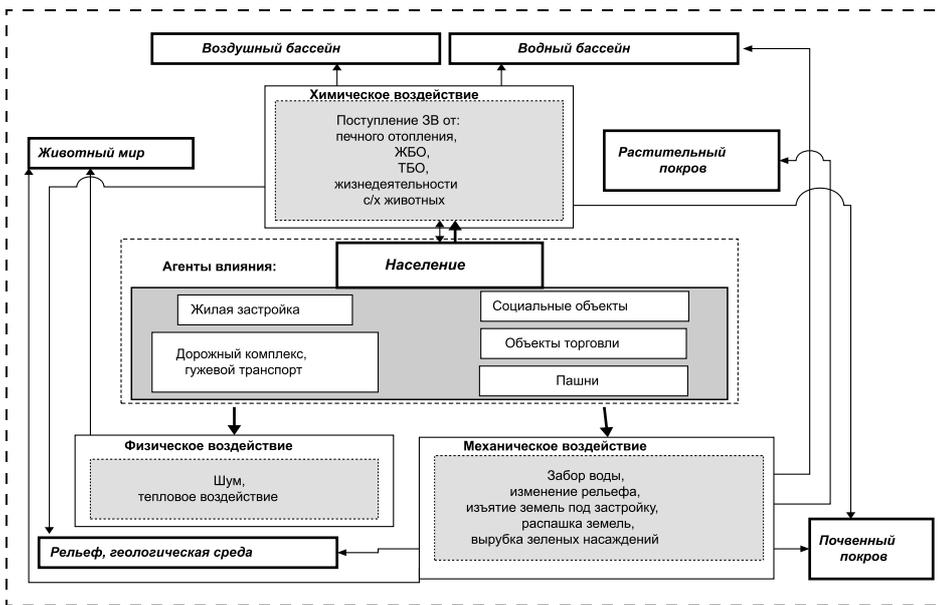


Рис. 2. Схема антропогенного воздействия на окружающую среду на начальном этапе урбанизации

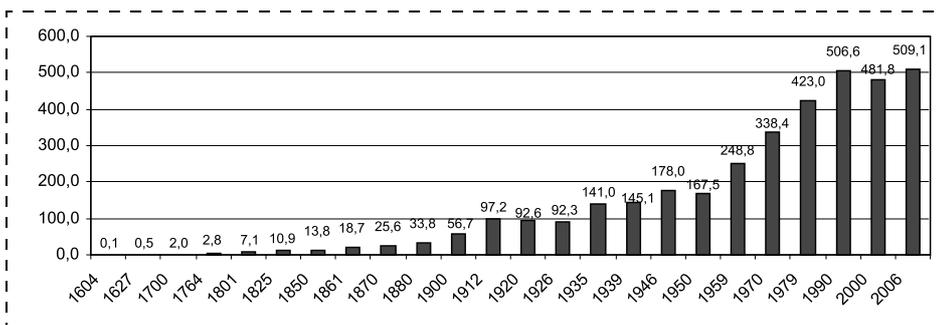


Рис. 3. Динамика численности населения г. Томска [2, 14, 17, 18]

и предложены пути их решения. Основные положения экологического обоснования Генерального плана, в разработке которого принимали участие специалисты ОГУ "Облкомприрода", послужили основой данной статьи.

### Инженерно-геологические условия

Строительство и эксплуатацию жилищного, коммунального и производственного комплексов в г. Томске всегда осложняли экзогенные геологические процессы (рис. 5 — см. 1-ю стр. вкладки). В городской черте отмечается активное развитие оползней, оврагообразование, речная эрозия, суффозия, процессы морозного пучения. В местах рассредоточенной разгрузки подземных вод и слабом поверхностном стоке развивается заболачивание. Большая часть города подвержена подтоплению, обусловленному как естественными причинами (высокий уровень грунтовых вод в поймах рек), так и антропогенным воздействием (сброс воды из теплосетей, утечки из водонесущих коммуникаций, уплотнение застройки городских территорий, ведущее к возникновению барражного эффекта, засыпка оврагов и русел рек, разрушение дренажных систем и др.).

Только 30 % территории относительно благоприятны для строительства, застройка остальной части требует проведения комплекса инженерных мероприятий.

Вопросы инженерной защиты территории г. Томска были рассмотрены в ряде работ [4, 6, 7, 8, 10, 11, 15]. В Томске выделены зоны со сложными условиями для строительства и предложены системы мероприятий по защите городской территории от подтопления (организация водоотведения поверхностного стока и водопонижения грунтовых вод, каптаж и водоотвод подземных вод), комплексы противооползневых мероприятий для обеспечения устойчивости склонов, противоэрозионные мероприятия (вертикальная планировка с организацией водоотведения поверхностного стока, водопонижение, террасирование, строительство набережных и пр.), принят Закон "Об оползневых зонах, расположенных в границах территорий муниципальных образований Томской области", устанавливающий регламенты проведения работ на территориях, расположенных в оползневых зонах. Сотрудники ОАО "Томскгеомониторинг" выполнили работы по определению и разработке границ оползневых зон.

В настоящее время время предложенные рекомендации при застройке города зачастую не соблюдаются, что может привести к катастрофическим последствиям. Необходимо усиление контроля над проектными и строительными организациями, а также разработка детальной схемы инженерной защиты от совместного воздействия опасных геологических процессов с учетом техногенных факторов.

### Водопотребление

Томск образован в месте впадения в реку Томь (приток реки Оби) реки Ушайки. До последней трети XIX века проблем с водоснабжением города не возникало, вследствие значительного количества водных ресурсов на территории города. Но в связи с ростом численности населения, увеличением числа промышленных предприятий, коммунальных объектов (часто расположенных вдоль рек), отсутствием очистки хозяйственных стоков качество поверхностных вод перестало удовлетворять население города. Из-за отсутствия чистой воды в городе возросло количество больных тифом, холерой, дизентерией. Кроме того, под влиянием антропогенной деятельности исчезли та-



кие реки, как Иегуменка, Медичка, Белая, ряд озер (рис. 6 — см. 1-ю стр. вкладки). Объем водных ресурсов, пригодных для использования в хозяйственно-питьевых целях, в городе снизился. Стало необходимым строительство городского водопровода, и в 1905 г. были проложены первые водопроводные трубы, построены водозаборные будки, станция фильтрации [9].

Поверхностный водозабор снабжал город до 70-х годов XX века, но качество вод реки Томи ухудшалось, чему способствовало строительство крупных промышленных предприятий в городах Кемерово, Новокузнецк, Междуреченск, расположенных выше Томска, фильтровальные сооружения не справлялись с нагрузкой.

В связи с этим было принято решение о строительстве подземного водозабора, которое в 1973 г. было воплощено в жизнь. И по сей день основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Томска являются подземные воды палеогеновых отложений в пределах Юго-Восточной окраины Западно-Сибирского артезианского бассейна Томь-Колыванской складчатой зоны.

Кроме основного водозабора существует ряд ведомственных. Всего в пределах города имеется девять месторождений подземных вод общим объемом 202,9 млн м<sup>3</sup>/год. В настоящее время отбор воды из всех месторождений составляет в целом около 36 % от утвержденных запасов. Возможный к использованию ресурс поверхностных вод составляет 1327 млн м<sup>3</sup>/год, отбор воды из реки составляет 2,4 % от возможных к использованию (табл. 1), что свидетельствует о наличии значительных ресурсов воды и резервах для увеличения отбора воды.

Большие потери при транспортировке воды вызваны аварийным состоянием трубопроводов. Около 60 % эксплуатируемых трубопроводов выработали свои амортизационные сроки. Другой проблемой водопотребления города является то, что производительность речного водозабора была рассчитана на обеспечение речной технической водой организаций и предприятий города, но в последнее время поверхностный водозабор остается практически без абонентов, что приводит к невозможности поддержания оптимального технологического режима основных уз-

лов станции водоподготовки, повышению эксплуатационных затрат (табл. 2).

Станция водоподготовки подземного водозабора позволяет получать чистую питьевую воду, соответствующую необходимым требованиям. Однако часть населения г. Томска (поселков Тимирязевский, Степановка, Психбольница) пользуется водой из собственных водозаборов, где водоподготовка не обеспечивает хорошее качество питьевой воды, охранные зоны не установлены, на ряде скважин водоподготовка отсутствует.

В целях рационального использования водных ресурсов следует провести ряд мероприятий, к которым, в частности, относятся: оптимизация водотборов; осуществление мероприятий по экономии воды; экономическое стимулирование ее рационального использования; минимизация использования питьевой воды для промышленных целей; выведение из эксплуатации части ведомственных подземных водозаборов, в особенности использующих подземные воды питьевого качества для промышленно-технических нужд; установление производительности речного водозабора в соответствии с потребностями предприятий города в технической воде; развитие технического водовода с учетом необходимости экономии подземных вод, использование технической воды для нужд горячего водоснабжения населения города (при закрытой системе горячего водоснабжения).

## Водоотведение

Проблема водоотведения в г. Томске была решена на полвека позже строительства водопровода. Долгое время городские сточные воды сливались в выгребные и помойные ямы или же просто на землю, тем самым загрязняя подземные, поверхностные воды и почвы города. Часть нечистот сливали в дренажные коллекторы, что способствовало усилению неблагоприятных геологических условий — подтоплению, заболачиванию, так как большое количество дренажных коллекторов выбывало из строя. С XIX века в г. Томске действовали ассенизационные обозы, сотрудники которых вывозили нечистоты на ассенизационные поля, однако в 20-х годах XX века из города вывозилась

Объемы забора и использования воды в 2006 г. (млн м<sup>3</sup>)

Забрано воды из природных объектов			Использовано, всего	Транзит и передача воды	Потери при транспортировке
Всего	Из поверхностных источников	Из подземных источников			
105,4	31,51	73,89	69,75	4,17	31,48

Таблица 1

Объемы использования воды в 2006 г. (млн м<sup>3</sup>)

Использовано	По категориям воды			По источникам		Оборотное водоснабжение	Повторное водоснабжение
	Питьевой		Технической	Поверхностной	Подземной		
	Всего	Производственные нужды					
69,75	44,30	7,35	25,45	27,34	42,42	634,77	8,63

Таблица 2



Таблица 3

Объемы сточных вод, сброшенных в водные объекты в 2006 г. (млн м<sup>3</sup>)

Количество водопроводов, имеющих выпуски	Сброшено сточной воды				Нормативно-чистой	Нормативно-очищенной на очистных сооружениях	Объем вод, требующих очистки	Мощность очистных сооружений	Сброшено ливневых вод
	Всего	Загрязненной							
		Всего	Без очистки	Недостаточно очищенной					
7	76,25	3,59	3,33	0,25	0,37	72,30	75,88	84,64	2,94

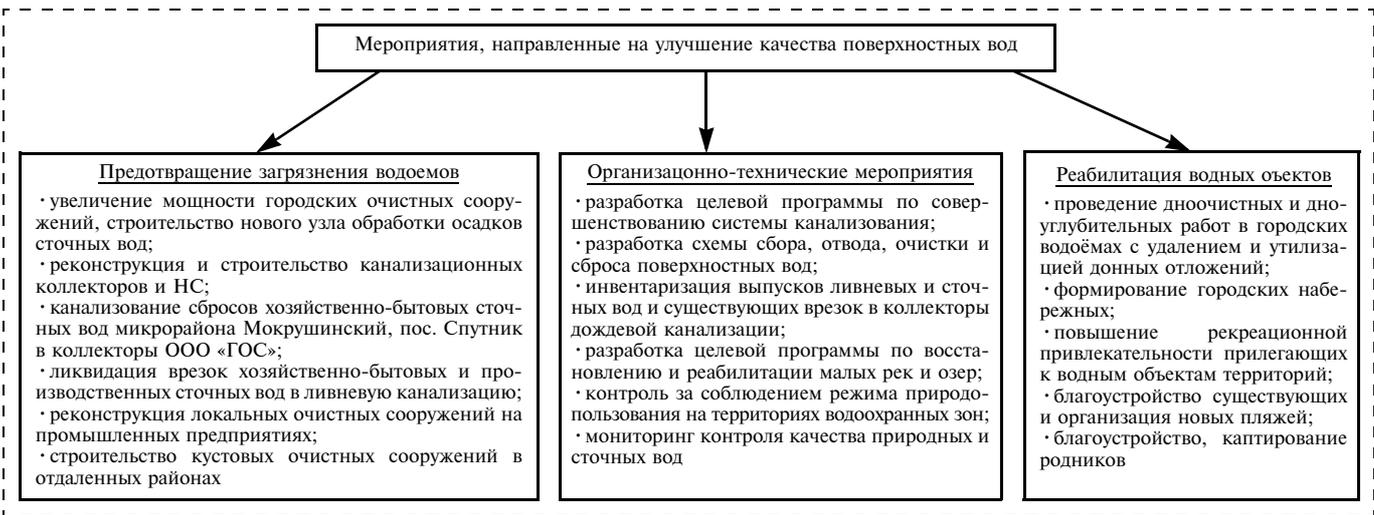


Рис. 8. Мероприятия, направленные на улучшение качества поверхностных вод

всего 1/16 часть нечистот, а во время Великой отечественной войны — не более 5 %. Только в 1951 г. в городе появились первые канализационные коллекторы. Строительство магистральной канализации было закончено лишь в 1960 г., до 1985 г. велись работы по ее расширению. Комплекс очистных сооружений был построен лишь в 1987 г. [9].

В настоящее время сброс сточной воды в г. Томске составляет 76,38 млн м<sup>3</sup>, из них в водные объекты поступает 76,25 млн м<sup>3</sup> (табл. 3), в накопители — 0,13 млн м<sup>3</sup>.

В целом качество очистки стоков удовлетворительное, но износ основных фондов канализационной системы составляет 75 %. Проблемой, требующей первоочередного решения, является сбросы хозяйственных стоков в водные объекты и на рельеф без очистки, особенно в микрорайоне Мокрушинский и поселке Спутник.

Сеть ливневой канализации, выполняющей важную функцию отведения поверхностного стока с территории города, в настоящее время имеет протяженность более 120 км (рис. 7 — см. 1-ю стр. вкладки). Сбросы ливневых вод как с селитебных зон, так и с территории промпредприятий осуществляются без очистки, вследствие чего в водоемы города поступает большое количество загрязняющих веществ. В целом ливневые воды можно охарактеризовать как крайне загрязненные. Только 10 ливневых выпусков в поверхностные объекты контролируются предприятиями жилищно-коммунального хозяйства, что означает практически полное отсутствие контроля за сбросом ливневых вод.

Сброс неочищенных сточных, ливневых вод приводит к загрязнению поверхностных водных объектов. По данным Томского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды вода реки Томь относится к 3-му классу качества "умеренно загрязненная", река Ушайка к 4-му классу — "загрязненная". По расчетам О. Г. Савичева [12], 10...20 % органических и неорганических веществ, переносимых с водами реки Томи, имеют антропогенное происхождение, а в меженные периоды большая часть речного стока состоит из антропогенных сточных вод. Качество вод в реках города является неудовлетворительным, наблюдаются экстремальные значения pH, нефтепродуктов, фенолов, железа.

В Генеральном плане г. Томска предложена система мероприятий, направленных на улучшение качества водного бассейна (рис. 8).

### Загрязнение воздушного бассейна

Динамика загрязнения воздушного бассейна г. Томска напрямую связана с развитием промышленности и автотранспорта города. Долгое время основным источником загрязнения являлись выбросы от печного отопления и мелких ремесленных мастерских (столярных, кузнечных, кожевенных, сапожных), кроме того, загрязняющее воздействие оказывали сельскохозяйственные животные. Строительство Сибирского тракта в 1735 г., прошедшего через г. Томск, привело к увеличению числа обслуживающих его мастерских. Долгое время промышленность г. Томска развивалась

медленными темпами. Только во второй половине XIX века, как следствие золотой лихорадки, в г. Томске были построены винокуренные и пивоваренные заводы, типографии, спичечная фабрика, лесопилки, мельницы, множество мелких кустарных мастерских [2]. В 1895 г. была введена в действие первая Томская электростанция (ТЭЦ-1). Индустриализация первых советских пятилеток не отразилось в большой мере на г. Томске, за эти годы построено всего два крупных предприятия (фабрика карандашной дощечки и швейная фабрика), остальные вновь построенные предприятия имели местное значение.

Изменился облик и статус г. Томска в годы Великой отечественной войны. Индустриальное производство Томска выросло более чем в три раза, а крупная промышленность союзно-республиканского подчинения — более чем в шесть раз.

За годы войны в город было эвакуировано 19 крупных предприятий, которые в большинстве своем остались на Томской земле и в послевоенное время [16]. Предприятия в годы войны размещали в центральной части города, что привело к мозаичному функциональному зонированию городской территории Томска — жилые зоны часто находятся в непосредственном соседстве с производственными территориями.

Размещение значительного количества жилого фонда на территориях с неблагоприятной экологической ситуацией, в том числе в пределах санитарно-защитных зон (СЗЗ) (рис. 9 — см. 2-ю стр. вкладки), создает неблагоприятные условия проживания. После строительства Томского нефтехимического комбината (ТНХК) и завода "Метанол" в 1980-х годах лидирующее положение в промышленности города заняла нефтехимическая отрасль. Следует отметить, что строительство этих предприятий незначительно ухудшило экологическую обстановку селитебных районов города, так как предприятия были размещены планировочно грамотно с учетом розы ветров (рис. 10), в северной части города. Жилые районы отдалены от этих предприятий защитной зоной городских лесов.

В настоящее время на воздушный бассейн города оказывает воздействие хозяйственная деятельность 336 организаций, валовые выбросы которых в 2006 г. составили 26,91 тыс. т. Промышленность города представлена значительным блоком теплоэнергетического комплекса, нефтехимперерабатывающей, деревообрабатывающей промышленности и рядом других специфических производств. Наибольший вклад в общий объем выбросов вносят Томская ГРЭС-2 ОАО "Томскэнерго", Томская ТЭЦ-3 ОАО "Томскэнерго", ОАО "Томский нефтехимический завод", ЗАО "Метанол". Выбросы этих предприятий составляют 67 % от выбросов всех стационарных источников.

Динамика выбросов загрязняющих веществ в воздушный бассейн города приведена на рис. 11.

Динамика выбросов загрязняющих веществ в воздушный бассейн города приведена на рис. 11.

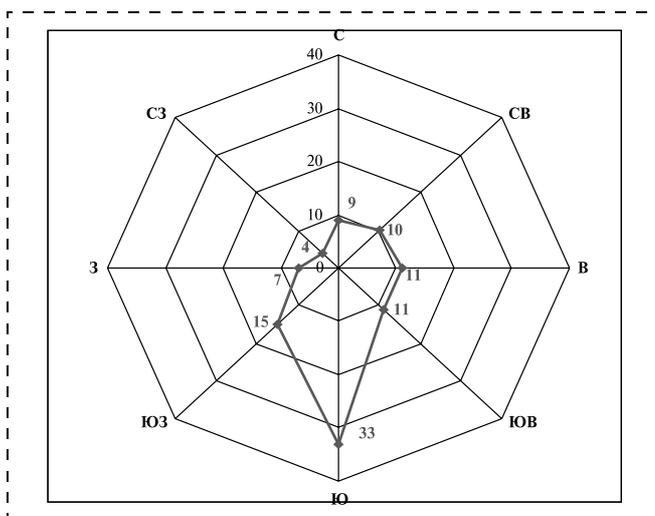


Рис. 10. Роза ветров (по данным ТГМЦ)

В атмосферный воздух г. Томска выбрасывается 296 загрязняющих веществ. По большинству веществ загрязнение атмосферного воздуха с концентрациями выше ПДК наблюдается, как правило, в непосредственной близости от предприятий в радиусе 20...200 м [13]. По формальдегиду, золе угля и суммации всех видов пыли загрязнение атмосферного воздуха выше санитарно-гигиенических нормативов может наблюдаться на территории всего города или значительной его части.

В целом большая часть территории г. Томска находится в условиях чистой и умеренно загрязненной атмосферы. Выделяются две зоны с сильно загрязненной атмосферой (рис. 12 — см. 2-ю стр. вкладки): это северный промзона ОАО "Томский нефтехимический завод" и центральная часть г. Томска, захватывающая Кировский и Советский районы. Если загрязнение в первой зоне обусловлено воздействием крупного промышленного предприятия, то основным источником загрязнения во второй зоне являются выбросы автотранспорта. В суммарном объеме общегородских выбросов доля выбросов от передвижных источников в 2006 г. составила 75 % (78,68 тыс. т/год).

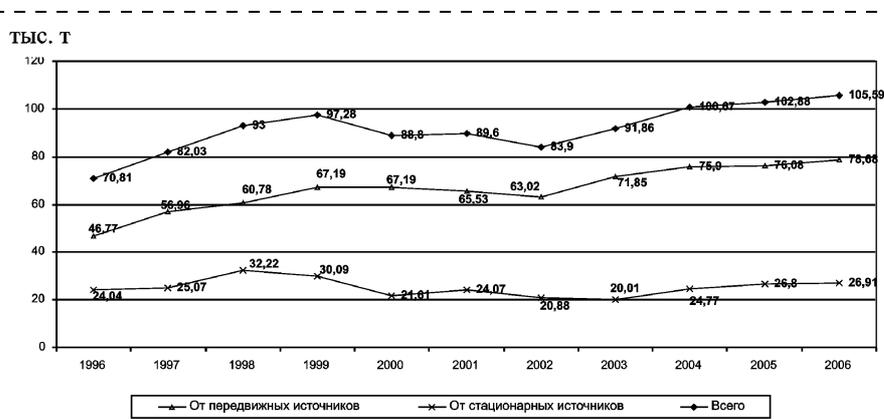


Рис. 11. Динамика выбросов загрязняющих веществ в воздушный бассейн г. Томска



Рис. 13. Схема мероприятий, направленных на улучшение качества атмосферного воздуха

Специфика передвижных источников загрязнения проявляется в низком расположении источника загрязнения от земной поверхности, в результате чего отработавшие газы автомобилей слабее рассеиваются ветром по сравнению с промышленными выбросами и скапливаются в зоне дыхания людей. Темпы роста численности автомобилей значительно выше по сравнению с темпами роста промышленных источников, передвижные источники пространственно рассредоточены по территории города и расположены в непосредственной близости к жилым районам, что создает общий повышенный фон загрязнения. Особенно высокой интенсивностью движения транспорта в г. Томска отличаются улицы Пушкина, Яковлева, Красноармейская, Ленина, Иркутский тракт и Комсомольский проспект, которые характеризуются самыми высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха оксидами углерода и азота.

Так же как во многих исторических городах, пропускная способность улиц в центральных районах г. Томска невелика и не справляется со значительно возросшим в последнее время машино-поток. Отсутствие в городе специальных высокоскоростных объездных магистралей, необходимого количества путепроводов, развязок, подземных и надземных переходов сказывается на скорости движения транспорта. Загрязнению атмосферного воздуха способствует также высокая концентрация автотранспортных предприятий и гаражных боксов в жилой застройке, загруженность центральных дорог города маршрутным транспортом, высокий процент неисправных автотранспортных единиц, доминирование низкосортных видов жидкого топлива.

Современный город сложно представить без большого числа автотранспорта и промышленных предприятий, поэтому в целях соблюдения эколого-экономического баланса целесообразно разработать систему мероприятий, направленных на улучшение качества атмосферного воздуха, включающую в себя как технологические, планировочные, так и организационно-технические мероприятия (рис. 13).

При проведении планировочных мероприятий следует учитывать климатические факторы. Известно, что преобладающими в г. Томске являются южные ветры, поэтому целесообразно размещать территории промышленных предприятий в северной части города, для размещения жилых зон наиболее благоприятными являются южное и юго-восточное направления.

**Физические факторы воздействия на окружающую среду** (рис. 14 — см. 2-ю стр. вкладки). Основным источником шумового загрязнения в городе являются автотранспортные потоки. На шумовое загрязнение так же, как на химическое загрязнение воздушного бассейна, оказывают влияние интенсивное движение транспортных средств, неудовлетворительная организация движения транспорта, плохое техническое состояние транспортных средств. Высокий уровень акустической нагрузки обусловлен наличием в транспортном потоке трамваев, устьев магистралей, плохим состоянием дорожного полотна, частыми режимами торможения, наличием жилой застройки в примыкающих территориях. Еще одним источником шумового загрязнения является движение по однопутной железной дороге и шум обслуживающих ее железнодорожных станций. Дорога, пересекая город с юга на север, проходит в непосредственной близости от ряда густонаселенных микрорайонов. Кроме того, источниками шума в жилой застройке являются предприятия деревообрабатывающей промышленности, встроенные и примыкающие к жилым зданиям предприятия торговли, пищевой промышленности, автотранспортные предприятия. Застройка города не защищена от воздействия шума. Существующее состояние зеленых насаждений вдоль магистралей не позволяет говорить об их шумозащитном эффекте. Значительная часть жилого фонда на примыкающих территориях города находится в условиях акустического дискомфорта, рассчитано, что в условиях шумового загрязнения проживает порядка 200 тыс. человек (более 40 % городского населения).

Необходимо осуществить ряд мероприятий по снижению шумового воздействия: устройство полос зе-

ленных насаждений вдоль улиц; строительство шумозащитных искусственных сооружений вдоль транспортных магистралей и трасс железных дорог со стороны жилой застройки; использование специальных приемов планировки и застройки; контроль за параметрами транспортных потоков; строительство железнодорожного обхода для исключения пропуска транзитных грузовых поездов через территорию города; шумозащитные мероприятия на предприятиях, являющихся источниками шумового загрязнения.

В части снижения воздействия **электромагнитных излучений (ЭМИ)** необходима замена линий электропередач (ЛЭП) на кабельные линии, организация санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки от источников ЭМИ. Основной принцип защиты здоровья населения от электромагнитного поля ЛЭП состоит в соблюдении СЗЗ для линии электропередачи и снижении напряженности электрического поля в жилых зданиях и в местах возможного продолжительного пребывания людей путем применения защитных экранов.

Особенностью Томска среди других городов страны является то, что по радиационному загрязнению обстановка в нем оценивается как потенциально опасная из-за расположения в непосредственной близости (10...12 км) двух особо ядерно- и радиационно-опасных объектов — Сибирского химического комбината (СХК) и ядерного реактора Томского политехнического университета. Радиационное загрязнение объектов природной среды может произойти в результате плановых (штатных) и аварийных газоаэрозольных выбросов и сбросов сточных вод, содержащих радионуклиды, а также вследствие захоронения жидких и твердых радиоактивных отходов.

### Обращение с отходами производства и потребления

За 2006 г. в г. Томске образовалось 27,6 тыс. т отходов производства и потребления. На территории города действуют следующие полигоны размещения отходов: полигон ТБО, полигон токсичных отходов, два золоотвала ГРЭС-2 (один из которых требует рекультивации), пять снегосвалок (рис. 15 — см. 2-ю стр. вкладки). Основной проблемой является то, что городской полигон ТБО, открытый в 1964 г., выработал срок эксплуатации семь лет назад. Действующий по-

лигон сможет принимать отходы (при сохранении их объемов) не более 2...4 лет. В 1994 г. разработан проект строительства нового полигона, но реализация его ежегодно переносится из-за недостаточного финансирования. В текущем году начались переговоры по привлечению инвестиций для строительства полигона ТБО из фондов Всемирного Банка.

До настоящего времени нерешенной проблемой являются отсутствие первичной сортировки отходов и организация раздельного их хранения. Из всего многообразия образующихся отходов в качестве вторичного сырья принимаются только макулатура, стеклотбой, черный и цветной металлолом, из которых только лом цветных металлов активно скупается многочисленными пунктами и организациями. Сбор ТБО организован только на территориях благоустроенной застройки, где установлены контейнеры для сбора отходов от населения. В частном секторе города практически отсутствуют контейнерные площадки. Тысячи тонн отходов складированы на стихийно возникшие несанкционированные свалки общей площадью 47 га. Ликвидация свалок коммунальными службами города проводится нерегулярно. Несоввершенство системы сбора и удаления ТБО ведет к захламлению территорий города.

Еще одной проблемой г. Томска является неэффективное снегоудаление с территории города. Здесь бывает в среднем 170 дней с устойчивым залеганием снежного покрова, средняя высота снежного покрова за зиму составляет 60 см [5]. Наличие значительных объемов снежной массы на дорожных покрытиях диктует необходимость разработки адекватной схемы снегоудаления, при подготовке которой следует учитывать режимы выпадения снега и динамику образования снежного покрова.

Проблему обращения с отходами производства и потребления возможно решить при реализации мероприятий, перечисленных на рис. 16.

**Зеленый каркас** г. Томска, своеобразные "легкие" города, представляет собой взаимосвязанную систему городских озелененных пространств — парков, скверов, бульваров, особо охраняемых природных территорий, гидрологических объектов, лесных и лесопарковых массивов, рекреационных зон. Проблемы озеленения города заключаются в отсутствии единой системы зеленых насаждений, низком показателе озе-

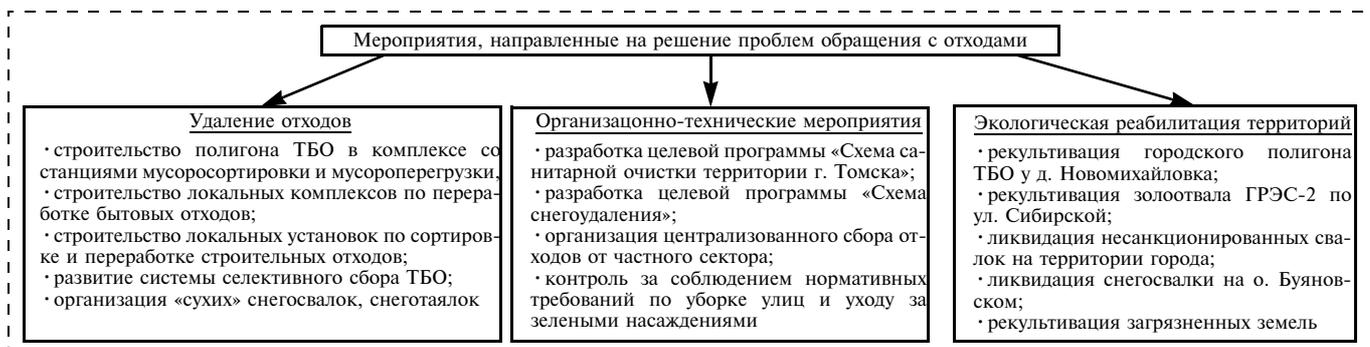


Рис. 16. Мероприятия, направленные на решение проблем обращения с отходами

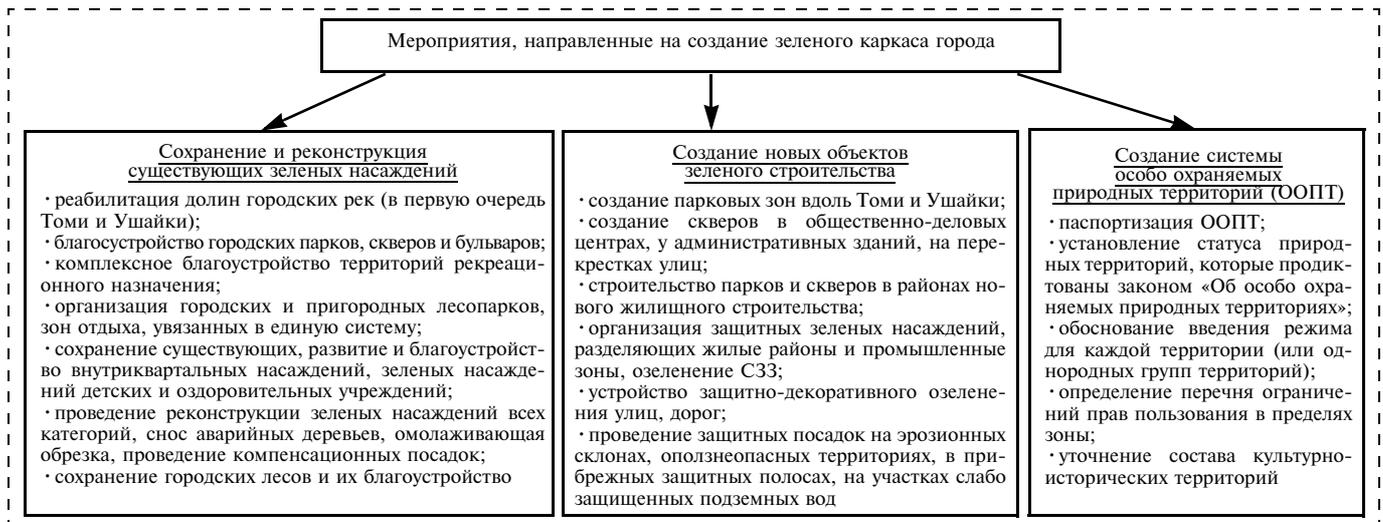


Рис. 17. Мероприятия, направленные на создание зеленого каркаса г. Томска

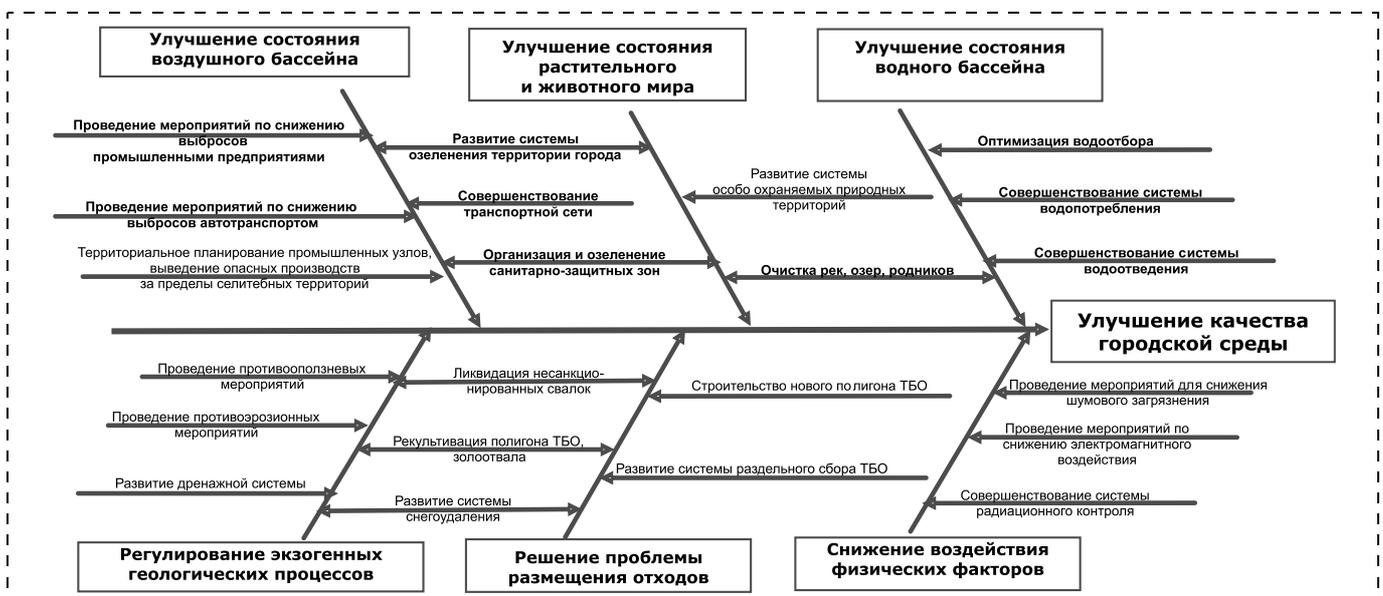


Рис. 18. Система улучшения качества городской среды

ленных территорий общего пользования, отсутствии крупных зеленых массивов в структуре городских территорий и обязательных объектов озеленения в структуре жилых районов, критическом состоянии городских акваторий, ландшафтно-планировочной неорганизованности рекреационных объектов, отсутствии системы особо охраняемых территорий.

В основу планировочных решений Генерального плана г. Томска легла "Комплексная схема озеленения г. Томска" (Томскгражданпроект, 1994 г.), не реализованная до настоящего времени. Проектируемая в Генеральном плане система зеленых насаждений города предусматривает выполнение мероприятий, приведенных на рис. 17.

В заключение отметим, что только комплексный подход к организации природоохранных мероприятий поможет улучшить качество городской среды (рис. 18).

К обязательным организационно-техническим мероприятиям общегородского значения следует отнести развитие научно обоснованной системы мониторинга различных видов загрязнения и факторов воздействия на окружающую среду г. Томска.

#### Список литературы

1. Авсейков А. С., Нейфельд Е. А., Рюмки А. И. Особенности организации застройки исторического Томска // Материалы 3-й региональной конференции "ГИС для муниципального управления—2000", 14—15 июня 2000 г. — Таганрог, 2000.
2. Дмитриенко Н. М. День за днем, год за годом: хроника жизни Томска в XVII—XX столетиях. — Томск: Изд-во Томского ун-та, 2003. — 345 с.
3. Закон Томской области № 98-оз от 18 августа 2003 года "Об оползневых зонах, расположенных в границах территорий муниципальных образований Томской области".



4. **Инженерно-геологические** условия территории г. Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением: Отчет о НИР (окончательный). ТПУ. № 79005612. Томск, 1981.
5. **Климат** Томска / Под ред. З. Н. Пильниковой. — Л.: Гидрометиздат, 1982.
6. **Коробкин В. А.** Отчет о НИР "Изучение подтопления г. Томска (мкр. Каштак)". — Томск: ИП ЖКХ, 1995. — 59 с.
7. **Ольховатенко В. Е., Полищук А. И., Щербак Г. Г., Сенотрусов Г. П., Кузеванов К. И., Покровский Д. С.** Комплексные научно-практические работы для разработки мероприятия по инженерной защите территории г. Томска от опасных природных и техноприродных процессов: Отчет о научно-исследовательской работе. — Томск: ТГАСУ, 1998. — 304 с.
8. **Ольховатенко В. Е., Щербак Г. Г.** Проведение научных исследований и разработка технических решений по отводу подземного стока на территории МЖК ТНХК в мкр. "Солнечный" в г. Томске. — Томск: ТГАСУ, 1998. — 120 с.
9. **От чистого** истока. Век Томского водопровода / Под ред. А. Ф. Порядина, В. П. Зиновьева. — Томск: "Гала-пресс", 2005. — 304 с.
10. **Отчет** "Выполнение работ по определению и разработке границ оползневых зон в границах городских и сельских поселений Томской области" (ОАО "Томскгеомониторинг", 2005)
11. **Отчет** о комплексных инженерных изысканиях для обоснования схемы инженерной защиты г. Томска от опасных геологических процессов. Отчет НПО "Стройизыскания". ТомскТИСИЗ. Инв. № 2953-04-06. — Томск, 1988. — 241 с.
12. **Савичев О. Г.** Экология реки Томи: Антропогенное загрязнение и ресурсы вод // Инженерная экология. — 1998. — № 4. — С. 25—33.
13. **Сводный** том предельно допустимых выбросов (ПДВ) вредных веществ в атмосферу г. Томска. — Новосибирск, 2005.
14. **Славнин В. Д.** Томск: от крепости к городу. — Томск: Изд-во "Оптиум", 2004. — 224 с.
15. **Теоретические** обоснования развития техногенного подтопления территории г. Томска и разработка рекомендаций практических мероприятий по борьбе с ними (на примере микрорайонов "Каштак" и "Солнечный"): Отчет о научно-исследовательской работе — академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова / Ин-т проблем ЖКХ в районах севера, Сибири и Дальнего востока. — Томск, 1995.
16. **Томск.** История города от основания до наших дней / Под ред. Н. М. Дмитриенко. — Томск: изд-во Том. ун-та, 1999. — 432 с.
17. **Томск** — 400 лет: Юбилейный стат. сб. / Томскоблкомстат. — Томск, 2004. — 268 с.
18. **Яковлев Я. А.** Томск — город на реке. — Томск: Изд-во Томского ун-та, 2004. — 92 с.

УДК 628.173:316:33:574 + 504.4.06

**Г. М. Рогов**, д-р геол.-минерал. наук, **О. Д. Лукашевич**, канд. хим. наук,  
**В. К. Попов**, д-р геол.-минерал. наук,  
Томский государственный архитектурно-строительный университет

## **Водно-экологические проблемы г. Томска в контексте экологической безопасности**

*Рассмотрены вопросы экологической безопасности хозяйственно-питьевого водопользования на примере г. Томска. Выявлены факторы, обеспечивающие безопасность, надежность, управляемость водохозяйственной деятельности и показаны необходимые для их реализации организационные, технические, экономические рычаги.*

Под экологической безопасностью хозяйственно-питьевого водопользования мы понимаем такое состояние совокупности природной, производственной и природозащитной подсистем, которое обеспечивает при водохозяйственной деятельности устойчивое функционирование экосистем (в первую очередь водных объектов) и сохранение здоровья ныне живущих и будущих поколений людей. При этом обеспечивается бесперебойное и безаварийное функционирование водохозяйственных систем, сохранение оптимальных потребительских свойств природных вод.

В работах Н. И. Алексеевского [1, 2] рассматривается понятие "гидроэкологическая безопасность" территории (ГЭБТ), главным образом применительно к гидрологическим процессам и состоянию гидротехнических сооружений, и выделены четыре типа нарушений гидроэкологической безопасности: природный,

водохозяйственный, гидроморфологический, экогидрологический.

**Природный тип** нарушений ГЭБТ возникает как результат естественных гидрологических процессов, главным образом связанных с внутригодовыми особенностями колебаний стока воды. Например, в периоды пониженной водности снижается разбавляющая способность водных потоков по отношению к попадающим в них сточным водам. Чрезмерно высокий сток воды также оказывает негативное воздействие. Во время паводков и половодий уничтожаются и выносятся отдельные виды биоты, увеличивается количество поступающих в реки смывных с поверхности водосборов загрязнителей. Гидроэкологическим результатом природного типа нарушений ГЭБТ является изменение надежности водообеспечения потребителей, эффективности общественного производства, риска возникновения опасных гидрологических процессов. Вероятность естественных нарушений ГЭБТ относительно невысока.

**Водохозяйственный тип** нарушений ГЭБТ обусловлен изменением объема и качества водных ресурсов вследствие природопользования, сброса сточных вод. Наиболее опасно химическое загрязнение. Мерой трансформации химического состава поверхностных вод может служить ПХЗ-10 — суммарный показатель



химического загрязнения. Для фоновых условий  $PX3-10 < 1$ , при экологическом бедствии  $PX3-10 > 10$ , промежуточные значения характеризуют экологический кризис. Значительное и заметное изменение фоновых значений гидрохимических характеристик соответствует возникновению экологического кризиса, сильное и очень сильное — экологического бедствия.

**Гидроморфологический тип** нарушений ГЭБТ авторы работы [2] увязывают с регулированием и распределением стока воды и наносов, антропогенным нарушением фонового состояния русел рек (руслоуправление, разработка карьеров, стеснение водных потоков и т. п.). Увеличению наносов рек способствует вырубка лесов, осушение болот, распашка и орошение земель, строительство дорог. Водный поток может не справиться с транспортировкой взвешенных частиц, и часть из них присоединяется к донным отложениям, создавая заиление реки, деградацию водных сообществ. Так возникают локализованные очаги загрязнения речных отложений тяжелыми металлами, токсичными органическими веществами.

**Экогидрологический тип** нарушений ГЭБТ связан с антропогенным изменением всех или многих веществных потоков в русловой сети, что вызывает ухудшение качества воды, здоровья населения, состояния водных систем, главным образом из-за сбросов сточных вод в водные объекты.

Обычно указанные типы нарушений не встречаются отдельно, а кризисные экологические ситуации складываются в результате их совместного проявления. Все вышесказанное полностью относится к территории Томской области, расположенной в бассейне реки Обь.

Нельзя не согласиться, что "снижение ГЭБТ требует выбора и реализации такой стратегии и тактики природопользования в речном бассейне вообще и водопользования в частности, при которых минимизируется влияние антропогенных нагрузок при сохранении ресурсного обеспечения устойчивого экономического развития территорий и регионов" [2].

Защита от вредного воздействия вод и защита вод от вредного воздействия — две стороны проблемы экологической безопасности хозяйственно-питьевого водоснабжения. Современная водохозяйственная система города — это сложная система, состоящая из большого числа инженерных сооружений и связей (потоков) между ними. Рассмотрим на примере г. Томска некоторые водно-экологические проблемы в контексте экологической безопасности.

В г. Томске используются два источника водоснабжения: поверхностный (река Томь) и подземный (эксплуатация крупнейшим в России водозабором водоносных горизонтов палеогенового возраста). Питьевую воду томичи с 1975 г. получают из подземных источников. Это связано с сильным загрязнением реки Томь, часть бассейна которой находится на территории экологически неблагоприятной Кемеровской области, и наличием на Обь-Томском междуречье в палеогеновых отложениях больших запасов пресных вод высокого качества. Для технического во-

доснабжения на предприятия города поступает очищенная речная вода. Такой подход представляется наиболее целесообразным с эколого-экономических позиций. Большая протяженность линий водозабора, необходимость постоянного поддержания в должном техническом состоянии сложного технологического оборудования, инженерных сетей, большие энергозатраты, материальные средства на мониторинг качества воды, поддержание зон санитарной охраны и другие факторы позволяют судить об экономических трудностях, сопровождающих эксплуатацию подземного водозабора и станции водоподготовки. Полный учет этих затрат в тарифах сделает питьевую воду дорогой для потребителя. Обработка и транспортировка речной воды от расположенного в городской черте речного водозабора более целесообразна экологически и экономически для горячего водоснабжения. Это объясняется меньшим содержанием в ней солей жесткости, более низкими требованиями к очистке непитьевой воды. Подземные воды — жизненно важный ресурс и стратегический запас страны на случай чрезвычайных ситуаций (ЧС). Так как загрязнение подземных вод сложно диагностировать, то есть опасность, что после того как загрязнение станет явно проявлять себя, будет поздно что-либо изменить.

На схеме (рис. 1) показано, что в г. Томске население использует для питья чистую артезианскую воду. Артезианская вода используется также и на части предприятий. При эксплуатации скважин, расположенных на производственных территориях, существует угроза загрязнения воды, о чем будет сказано ниже. Некоторые предприятия, в том числе занимающиеся теплоснабжением, применяют техническую воду, полученную при соответствующей обработке речной воды. Большое значение для состояния водных объектов имеет объем и степень очистки сточных вод.

Состояние водопроводных сетей в г. Томске, как и в большинстве других городов России, можно назвать критическим. Многие участки сетей характеризуются высокой степенью износа материала труб, значительным числом аварий. Например, в 2000 г. в г. Томске произошло 110 аварий на 100 км водопро-

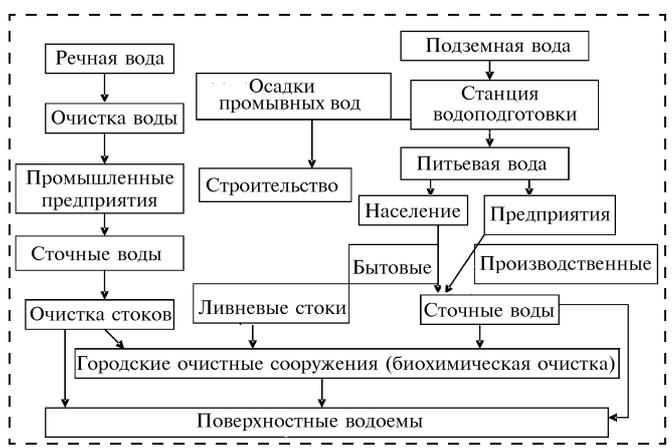


Рис. 1. Комплексная схема и баланс водопотребления г. Томска



Рис. 2. Аварийные ситуации в г. Томске в 2000 г. по районам

водной сети (рис. 2). В связи с этим эффективность использования воды низкая: общие потери составляют (по разным данным) от 20 до 43 %. Это, с одной стороны, приводит к повышению стоимости воды для потребителя; с другой стороны, активизируется техногенное подтопление городской территории: затопляются подвалы домов, возникает угроза ухудшения санитарно-бактериологической обстановки, происходит разрушение фундаментов зданий, коррозия трубопроводов.

Ситуация с ухудшением экологического состояния подземной гидросферы в крупных городах является типичной не только для Западной Сибири, но и для других регионов. Природные пресные воды в условиях роста городов — объект особого внимания в связи с опасностью терроризма, бесконтрольным загрязнением окружающей среды, ростом водопотребления. В промышленно развитых районах, где велико техногенное загрязнение, проблемы обеспечения резервными источниками водоснабжения и организация системного контроля качества воды, основанного на принципах независимости и компетентности, лежат в плоскости интересов национальной безопасности, составной частью которой является экологическая безопасность.

Угроза терроризма, появившаяся в последнее десятилетие, заставляет по-новому рассматривать проблему водоснабжения населения. Вопросы риска, безопасности наиболее разработаны для тех случаев, когда чрезвычайные ситуации связаны со стихийными бедствиями. Водоснабжение города в ЧС регламентируется ГОСТ Р 01—95 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения" и ВСН ВК 4-90 "Инструкция по подготовке и работе систем хозяйственно-питьевого водоснабжения в чрезвычайных ситуациях". Между тем для обеспечения доброкачественной питьевой водой представляют опасность не только быстро развивающиеся катастрофические события, но и медленное загрязнение природных вод.

В городах и на прилегающих территориях существует большое число артезианских скважин, часть которых эксплуатируется, а другие — в резерве. Владельцами скважин являются промышленные предприятия, объекты здравоохранения, спортивные организации, гостиницы. До 1990-х годов эксплуатационные сква-

жины на воду находились в ведении Госстроя СССР, а разведочные и наблюдательные — в ведении Мингео СССР. Проведение государственного мониторинга состояния недр возложено на службы Геомониторинга субъектов Российской Федерации. Учет отбора подземных вод производится по данным нерегулярной отчетности предприятий, эксплуатирующих артезианские скважины. Большинство водопользователей ведет добычу воды из одиночных скважин, а значит, относится к категории мелких, что осложняет контроль за их деятельностью.

В изменившихся на сегодня экономических и административно-правовых условиях изменились собственности и назначение скважин. Произошел переход скважин из разряда разведочных в разведочно-эксплуатационные, некоторые стали бесхозными. Имеются случаи сооружения несанкционированных скважин, эксплуатации скважин без оформления лицензий, в связи с ликвидацией предприятий появляются бесхозные скважины. Кроме водозаборных пробурены скважины дренажные, наблюдательные, вентиляционные.

Многие скважины выработали свой ресурс и требуют ремонта. В большинстве случаев он не проводится, так как требует больших затрат. Бесконтрольная работа скважин приводит к нарушению режимов эксплуатации, следствием чего становится загрязнение водоносных горизонтов и ухудшение качества подземных вод.

Около 65 % водозаборных скважин выработали установленный 25-летний срок эксплуатации и относятся к группе риска. Более половины скважин требуют ремонта или ревизии. При этом необходимо представлять, что реальное число работающих скважин, находящихся в индивидуальном пользовании, и осуществляемый водоотбор превышают учетное количество, особенно это касается недавно присоединенных к городу бывших сельских территорий.

Отбор подземных вод на территории города крайне неравномерен, фактическая эксплуатация скважин не соответствует схеме, рекомендованной при утверждении эксплуатационных запасов. Режим эксплуатации скважин зависит от потребностей собственников скважин. На некоторых участках интенсифицировались темпы снижения уровней подземных вод, произошло падение производительности водозаборных скважин, ухудшилось качество воды. Основной причиной загрязнения подземных вод на урбанизированных территориях является размещение скважин в условиях плотной застройки, что не позволяет создавать зоны санитарной охраны (ЗСО) и соблюдать соответствующие режимы водопользования. Свой вклад в загрязнение подземной гидросферы вносят процессы подтопления.

Проблема техногенного загрязнения городских подземных вод требует решения. Необходимо скорейшее проведение процедуры упорядочения существующей системы эксплуатации подземных вод и инвентаризации всех городских скважин, а также систематизация и регламентирование процессов проектирования и сооружения новых скважин.



На сегодня отсутствует строгая система контроля и эффективный механизм, позволяющий контролировать техногенное загрязнение подземных вод, оценивать ущерб, нанесенный в связи с этим окружающей среде, и выработать действенные меры устранения очагов загрязнения, применять технологии, обеспечивающие высокую экологическую безопасность. Проводимые в рамках геологического мониторинга работы не позволяют объективно контролировать процесс загрязнения подземных вод и тем более — влиять на него для минимизации. Проводятся замеры уровней и отбираются пробы воды из некоторых скважин. Эти данные используются для построения моделей водоносных горизонтов и комплексов. Однако такая идеализированная система не дает объективной картины процессов, протекающих в подземной гидросфере при эксплуатации скважин, находящихся в неудовлетворительном техническом состоянии и работающих с нарушением регламентов.

Низкое качество бурения, отсутствие методов контроля изоляции пластов, старение ранее пробуренных скважин, разрушение со временем цементного камня обуславливают соединение горизонтов. При этом с поверхности или с приближенных к поверхности водоносных горизонтов химическое и микробное загрязнение получает более глубокое распространение. Очагами загрязнения на урбанизированных территориях являются промышленные предприятия, бензозаправки, водонесущие коммуникации, объекты строительства. Накапливаясь в первом от поверхности водоупоре, загрязнители затем переносятся с атмосферными и грунтовыми водами. При наличии в местах поверхностного загрязнения некондиционных скважин загрязнители попадают в глубокие водоносные горизонты.

Опасность ухудшения подземных вод в результате техногенного воздействия заключается в том, что невозможно рекомендовать способ очистки, технологию и оборудование, соответствующие данному типу воды. Это связано с тем, что состав загрязненной воды изменчив и трудно предсказуем. Загрязнители могут провоцировать в системе "вода — породы — растворенные химические вещества — микроорганизмы" протекание ранее не существовавших физических, химических, биохимических и комбинированных процессов, в результате которых образуются новые вещества. Примером может служить обогащение подземных вод токсичным сероводородом в результате активизации деятельности сульфатредуцирующих бактерий при получении ими элементов питания (азот, фосфор) в результате проникновения в пластовые воды канализационных стоков.

Загрязнение подземных вод на глубине 100...200 м, что может произойти через некондиционные скважины, следует признать недопустимым. В случае распространения загрязнения по затрубным пространствам скважин в эксплуатационные горизонты город лишается резервного источника водоснабжения, так как ниже залегают воды с повышенной минерализацией, требующие перед использованием дорогостоящей очистки.

В случае непринятия действенных мер по контролю и управлению сетями скважин урбанизированных территорий высока вероятность необратимого ухудшения качества вод в эксплуатируемом водоносном горизонте, восстановление которого будет невозможно или сопряжено с большими финансовыми затратами.

С другой стороны, как показывает анализ, проведение комплексной программы работ по обновлению оборудования скважин, восстановлению ЗСО, других водоохраных мероприятий позволяет получать в г. Томске около 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. подземной воды, пригодной для водоснабжения производства, а в случае кризисных (чрезвычайных) ситуаций — для организации питьевого водоснабжения.

Источники загрязнений (эксплуатационные и аварийные) возникают из-за несовершенства технологий (например, приготовление и дозирование реагентов), загрязняющего действия основного или вспомогательного оборудования, что является результатом недостатков их конструкции и специфики функционирования (насосы, компрессоры, пруды-отстойники). В качестве источников загрязнения выступают также последствия низкой культуры эксплуатации оборудования. Недостатки организационного характера, низкая квалификация, недостаточная ответственность кадров могут негативно проявиться и при аварийных ситуациях. Разгерметизация аппаратуры и арматуры из-за ее неисправности, спуск реагентов в канализацию, переливы в резервуарах и т. п. приводят к производственным потерям и прямому или косвенному загрязнению окружающей среды. Многие экологически важные задачи необходимо решать не только за счет нового строительства, но и в значительной степени модернизируя и реконструируя действующие объекты.

Кризисные экологические ситуации разного уровня (от глобальных до региональных) всегда прямо или опосредованно связаны с экономическим развитием территории. Это особенно касается Западно-Сибирского региона, для которого в настоящее время характерны нестабильность экономики и относительно высокие темпы инфляции. В этих условиях экономическая ценность природных ресурсов, в первую оче-

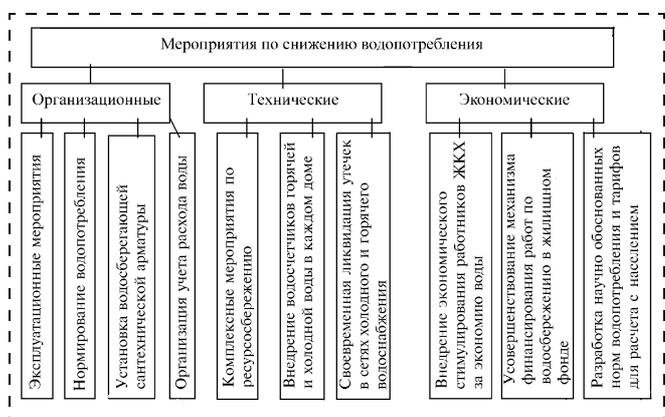


Рис. 3. Организационные, технические, экономические мероприятия по снижению водопотребления

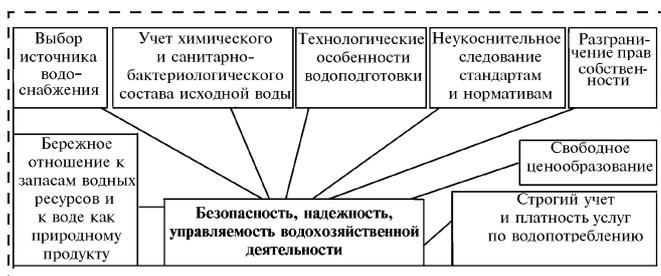


Рис. 4. Совокупность факторов, обеспечивающих безопасность, надежность, управляемость водохозяйственной деятельности

редь водных, занижена. Нет стимула к экономии водных ресурсов. Нормы водопотребления в г. Томске (230...250 л/сут. на человека) превышают принятые в Евросоюзе. Вместе с тем это неотъемлемое условие экологически безопасного водопользования. На рис. 3 представлены основные мероприятия, которые способствуют решению проблемы.

Надежность, безопасность, управляемость водохозяйственной деятельности обеспечивается целым рядом взаимосвязанных и взаимообусловленных фак-

торов (рис. 4). Это выбор источника водоснабжения (оптимального по гидрохимическим, санитарно-гигиеническим, гидродинамическим, территориальным и другим характеристика); учет технологических особенностей водоподготовки; соблюдение нормативной базы; правовые и экономические стороны водопользования; природоохранные и восстановительные мероприятия.

Показанные в статье региональные особенности водно-экологических проблем города требуют учета при выработке стратегии устойчивого водопользования как составляющей устойчивого природопользования и экологической безопасности Сибири.

#### Список литературы

1. Алексеевский Н. И., Евстигнеев В. М., Храменков С. В., Христофоров А. В. Общие подходы к оценке и достижению гидроэкологической безопасности речных бассейнов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. — 2000. — № 1. — С. 22—28.
2. Алексеевский Н. И., Фролова Н. Л. Гидроэкологическая безопасность территории: причины изменения и способы повышения надежности. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: материалы международной научной конференции. — Томск: Изд-во НТЛ, 2000. — С. 4—7.

УДК 550.4.574

Л. П. Рихванов<sup>1</sup>, д-р геол.-минер. наук, проф.,  
 Е. Г. Языков<sup>1</sup>, канд. геол.-минер. наук, доц.,  
 Н. В. Барановская<sup>1</sup>, канд. биол. наук, доц., А. М. Беляева<sup>1</sup>, асп.,  
 Л. В. Жорняк<sup>1</sup>, асп., А. В. Таловская<sup>1</sup>, асп.,  
 О. А. Денисова<sup>2</sup>, асп., Ю. И. Сухих<sup>3</sup>, канд. мед. наук

<sup>1</sup> Томский политехнический университет

<sup>2</sup> Сибирский государственный медицинский университет

<sup>3</sup> Центральная районная больница Томского района

## Состояние компонентов природной среды Томской области по данным эколого-геохимического мониторинга и здоровье населения

*Представлены результаты эколого-геохимических исследований по Томской области на основании изучения различных природных сред на широкий комплекс микроэлементов. Приведено ранжирование административных районов области по показателю общего комплексного загрязнения окружающей среды и гигиеническое ранжирование территории области по степени напряжения санитарно-гигиенической ситуации и взаимосвязь этих показателей со здоровьем населения.*

Общеизвестно, что состояние здоровья человека определяется многими факторами: образом жизни (51 %),

наследственностью (21 %), состоянием здравоохранения (8 %) и качеством среды обитания (экологический фактор — 20 % по оценкам ВОЗ). В настоящее время выделена целая группа так называемой экологически зависимой заболеваемости [9, 12, 13].

Среди экологически обусловленной заболеваемости, зависящей от неблагоприятных факторов окружающей среды, высокая значимость придается факторам химической природы — содержанию неорганических и органических соединений в основных природных средах, взаимодействующих с человеком.

Например, по данным ВОЗ, загрязнение атмосферного воздуха может быть причиной до 7...10 % всех случаев респираторных заболеваний детей, 3... 15 % —



бронхиальной астмы. В городах России загрязнение воздуха обуславливает примерно 40 тыс. смертей [12, 13].

В настоящее время для выявления вклада фактора окружающей среды в возникновение патологических нарушений состояния здоровья населения широко используется методология оценки риска как один из наиболее эффективных инструментов выявления основных причин заболеваемости и обеспечения управленческих решений [11]. Для реализации этих подходов следует иметь знания о содержании тех или иных химических ингредиентов в основных компонентах окружающей среды, формах их нахождения, динамике изменения этих показателей и т. д.

Для получения ответа на эти и другие вопросы необходимо проведение эколого-геохимического мониторинга основных природных сред и оценки состояния здоровья населения. На сегодняшний день коллективом кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета накоплен некоторый опыт по организации и проведению такого рода исследований на территории Томской области [1, 15, 18, 20, 21, 25] и прилегающих территорий, расположенных в бассейне реки Обь [22].

Территория Томской области, особенно в своей южной части, где проживает значительная часть населения, характеризуется высоким техногенным воздействием разнопрофильных производств [2, 3, 4]. К ним прежде всего следует отнести функционирующие предприятия нефтегазодобычного (преимущественно северные районы области), нефтеперерабатывающего, ядерно-топливного, энергетического (многочисленные ТЭЦ и ГРЭС, работающие на угле), агропромышленного и других комплексов.

Кроме того, общие экологические проблемы области усугубляются наличием территории, на которые падают отделяющиеся части ракет (общая площадь таких составляет 2,14 млн га) с рассеиванием компонентов топлива, а также аэрозольных и водных трансграничных потоков загрязнения по реке Томь от промышленных предприятий Кемеровской области [17].

Выполнение работ по изучению состояния природных сред и установление факторов воздействия на состояние здоровья населения требует комплексного подхода, привлечения разнопрофильных специалистов. Методология этих исследований базируется на теоретических подходах, сформулированных томскими учеными Б. Г. Иоганzenом, И. П. Лаптевым и Н. В. Васильевым, основоположниками экологических подходов к оценке качества природных сред и состояния здоровья человека.

При выполнении данного вида мониторинга должны максимально соблюдаться следующие принципы [1, 14, 25]:

1) исследования должны выполняться комплексно и базироваться на использовании геохимических и геофизических методов;

2) оценку уровня накопления химических компонентов в различных точках территории необходимо выполнять синхронно (сближенно по времени). При этом

опробование различных природных сред (снег, почва, биота и другие компоненты природной среды) следует отбирать в точках, максимально сближенных в пространстве;

3) в исследование необходимо вовлекать максимальное количество депонирующих компонентов природной среды, способных сохранять загрязняющие вещества в течение длительного времени, а временные интервалы накопления можно достаточно четко устанавливать в этих компонентах (снег, почва, торф и т. д.);

4) отбор проб, пробоподготовку и анализ элементов необходимо проводить по единым унифицированным методикам для каждого вида среды с образцов сравнения и в аттестованных лабораториях. Следует определять максимально возможный комплекс химических элементов (тяжелые металлы, радиоактивные, редкоземельные элементы, техногенные радионуклиды и основные ароматические углеводороды и др.), микробиологический состав вод;

5) одновременно с общим химическим составом следует изучать и минеральные твердофазные образования в компонентах природной среды с использованием современных методов исследований экологической минералогии (электронного микроскопа, микрозонда, лазерного микроанализа, рентгенофазового и других анализов);

6) использовать геохимические (Th/U, La/Yb, La/Ce, La + Ce/Yb + Lu и др.) и биоиндикаторные (хромосомные аберрации, микроядерный тест и др.) показатели для оценки экологической ситуации в районах с наличием радиационных и других факторов воздействия;

7) математическую обработку геохимической информации необходимо проводить с применением современного статистического аппарата, обращая особое внимание на достоверность полученных данных на основе нерегулярной сети опробования и малого объема выборок;

8) картографическую привязку точек осуществлять в единой системе координат и создание карт проводить с использованием ГИС-технологий.

Основными объектами исследований по эколого-геохимическому районированию Томской области, результаты которых представлены в данной статье, являются: почва, твердый осадок снеговых проб (пылеаэрозольные образования снеговых планшетов), солевые образования из посуды (накипь), а также волосы детей и щитовидная железа человека. Кроме того, в настоящее время накапливается информация по таким природным средам, как торф (А. М. Беляева и др.), донные отложения озер (А. Ю. Иванов и др.), годовые кольца деревьев (Т. А. Архангельская и др.), которые относятся к числу стратифицированных (последовательно формирующихся) образований, позволяющих проследивать динамику поступления химических соединений и проводить ретроспективную оценку трансформации природных сред во времени [17, 18].

Ретроспективный анализ поступления техногенных компонентов в природные среды Томской области (особенно ее южной части) свидетельствует об общем

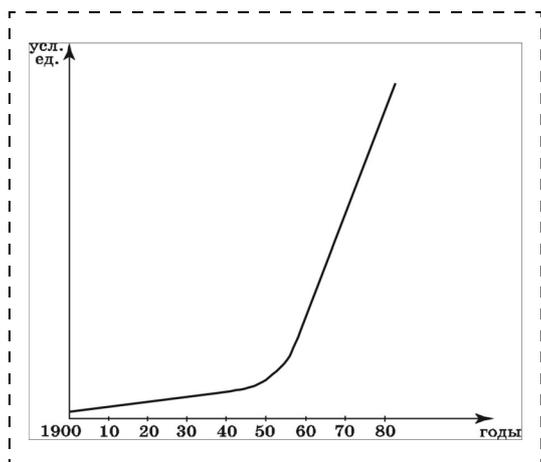


Рис. 1. Кумулятивная кривая загрязнения торфа в районе г. Томска тяжелыми металлами [5]

интенсивном поступлении пылеаэрозолей в XX столетии (рис. 1) [5] и, соответственно, большого поступления значительного количества компонентов загрязнителей. Об этом достаточно информативно свидетельствуют данные по изучению торфяников в южной части Томской области [17].

На представленных графиках (рис. 2) видно, что вторая половина XX века в южной части Томской области характеризуется интенсивным поступлением в природную среду специфических радионуклидов и ряда других элементов.

Полученные данные находятся в соответствии с исследованиями В. М. Гавшина и др. [8] по торфяникам Кирсановского болота, находящегося в южной части Томской области.

Почва является долговременной (многолетней) депонирующей средой. На уровень накопления микроэлементов в почвах оказывает влияние много факторов естественного и антропогенного характера, таких как состав почвообразующего субстрата, типы геохимического ландшафта и почв, техногенные потоки и т. д. Тем не менее исследование почв Томской области свидетельствует об их

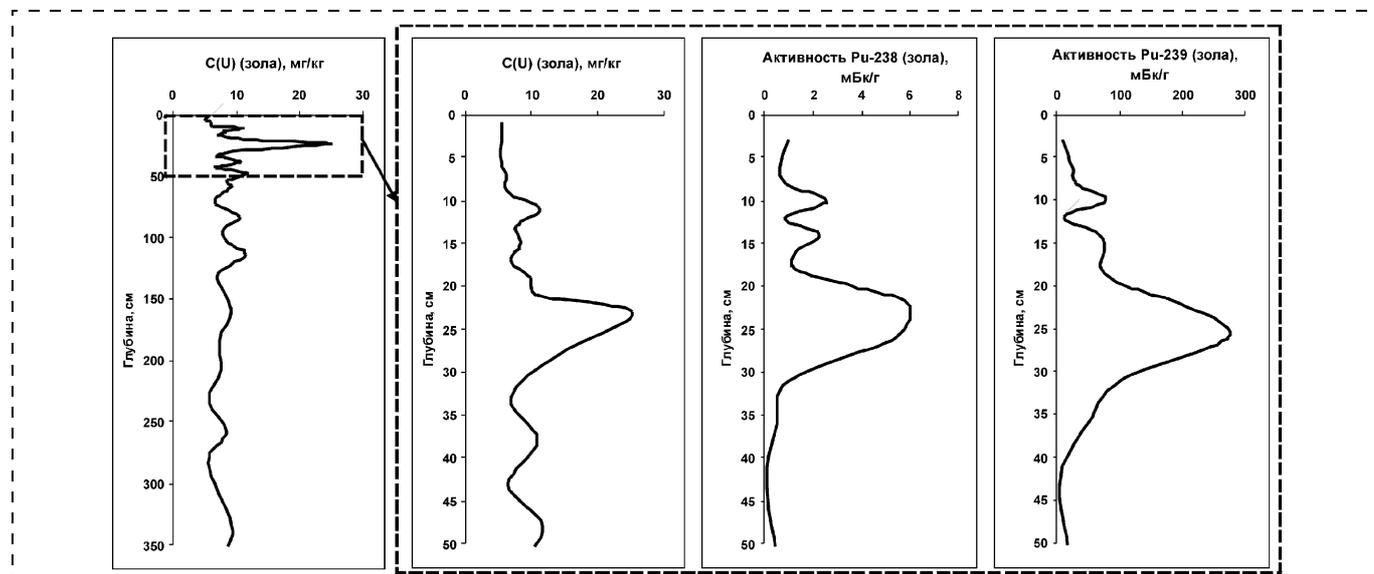


Рис. 2. Распределение урана и изотопов плутония в верховом торфянике района г. Томска

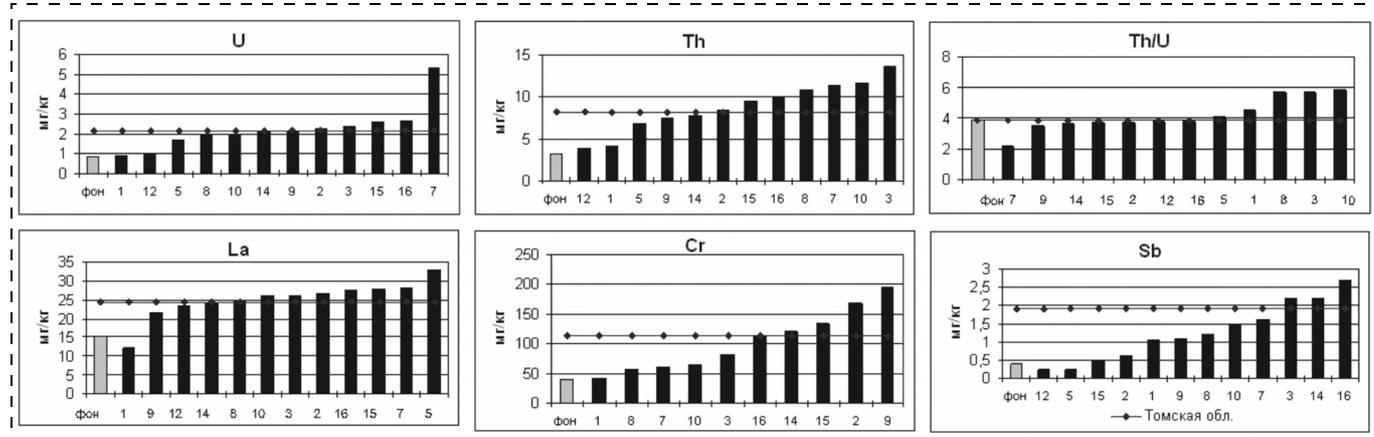


Рис. 3. Ранжирование районов Томской области по содержанию некоторых микроэлементов и отношению Th/U в почвах

Здесь и далее на рисунках: 1 — Александровский; 2 — Асиновский; 3 — Бакчарский; 4 — Верхнекетский; 5 — Зырянский; 6 — Каргасокский; 7 — Кожевниковский; 8 — Колпашевский; 9 — Кривошеинский; 10 — Молчановский; 11 — Парабельский; 12 — Первомайский; 13 — Тегульдетский; 14 — Томский; 15 — Чаинский; 16 — Шегарский; 17 — г. Северск.

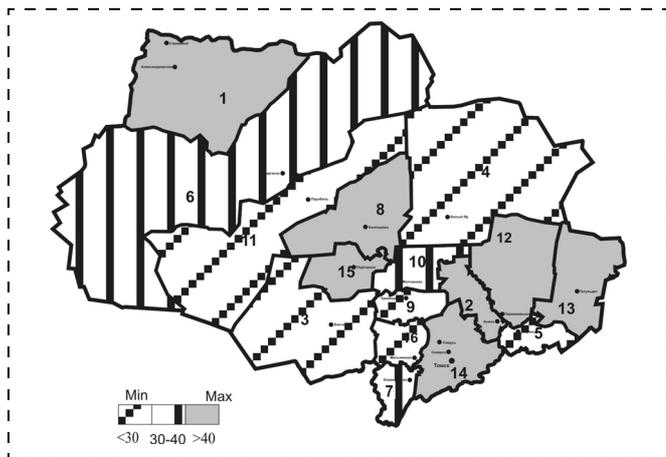


Рис. 4. Содержание цезия-137 в почвах (мКи/км<sup>2</sup>) Томской области (по данным ОГУ "Облкомприрода")

техногенной трансформации [15]. Ранжирование районов области по уровню накопления некоторых микроэлементов (из 23...50 изучаемых) приведено на рис. 3.

Следует отметить, что в зоне расположения предприятий ядерно-топливного цикла в почвах Томской области фиксируется отчетливое превышение регионального фона плотности выпадения техногенных радионуклидов, например Cs<sup>137</sup> (рис. 4).

Твердый осадок снега является средой, характеризующей только зимний сезон. Эта среда более четко демонстрирует техногенную составляющую. Анализ данных, приведенных на рис. 5, 6, указывает на спе-

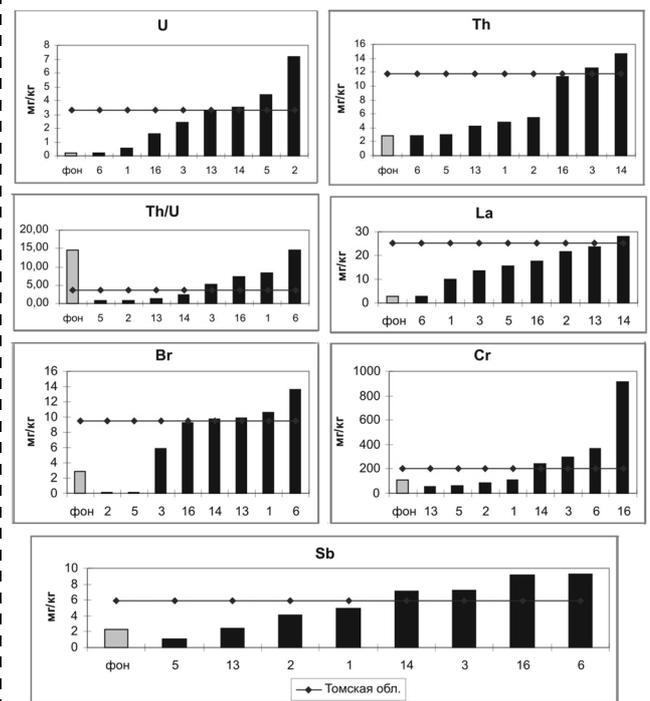


Рис. 5. Ранжирование районов Томской области по содержанию некоторых микроэлементов и отношению Th/U в пылеаэрозолях снеговых планшетов

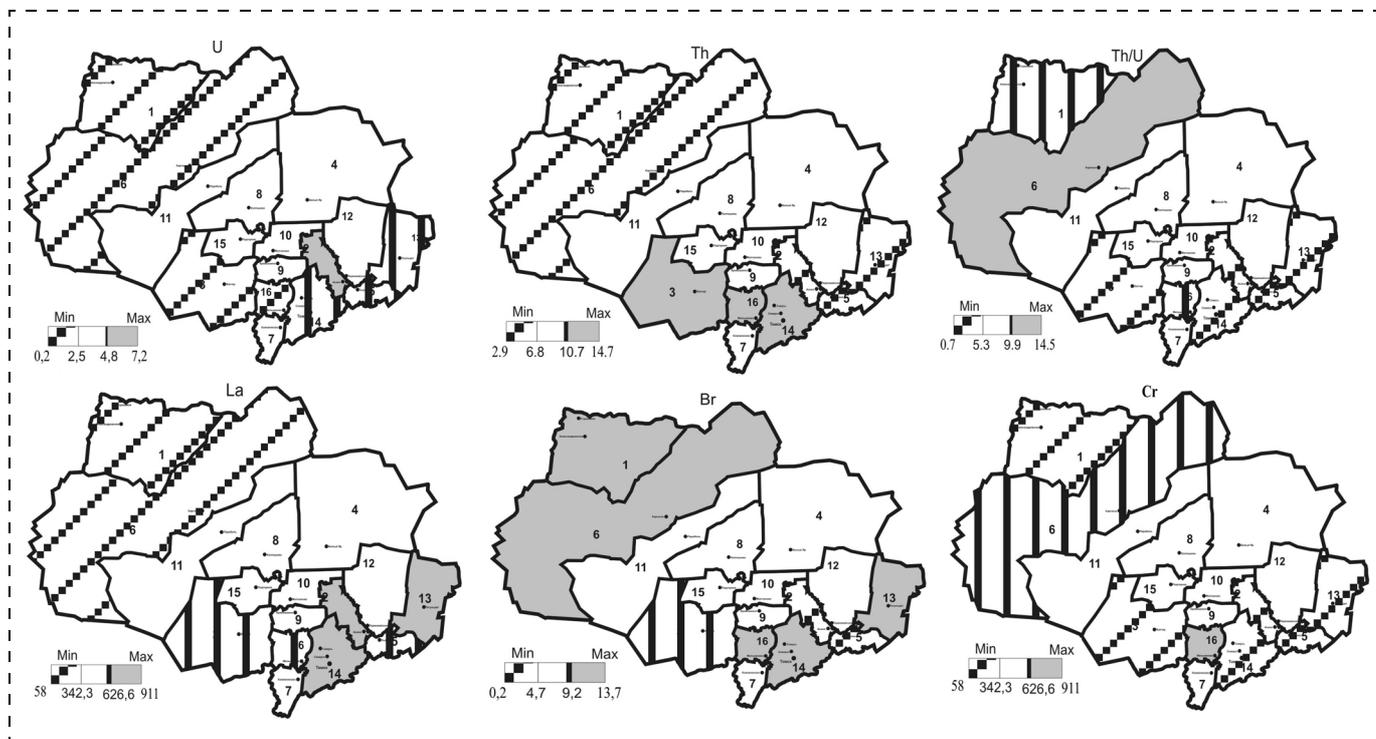


Рис. 6. Пространственное распределение содержания некоторых микроэлементов (мг/кг) в пылеаэрозолях районов Томской области (белый цвет — нет данных)

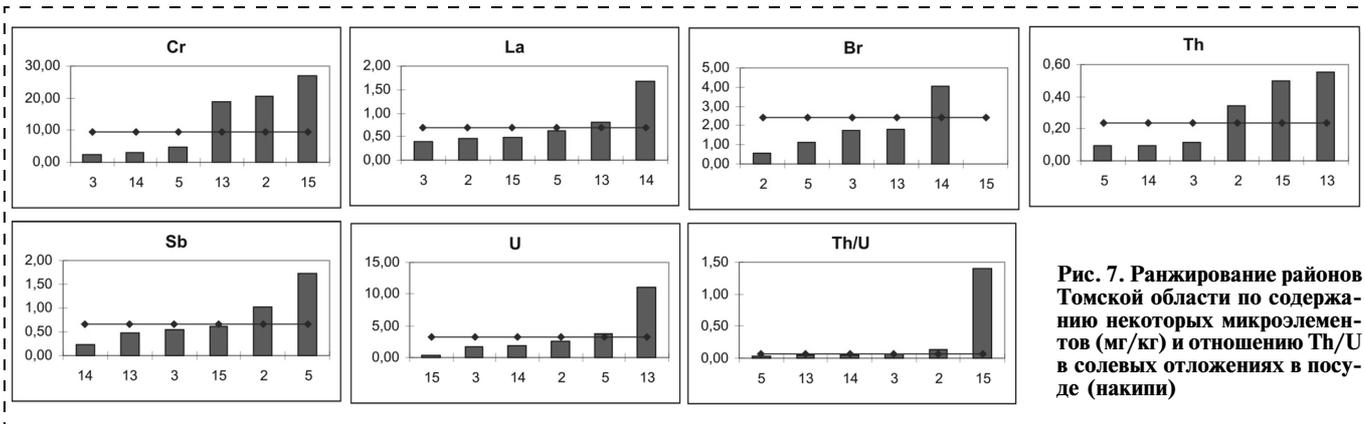


Рис. 7. Ранжирование районов Томской области по содержанию некоторых микроэлементов (мг/кг) и отношению Th/U в солевых отложениях в посуде (накипи)

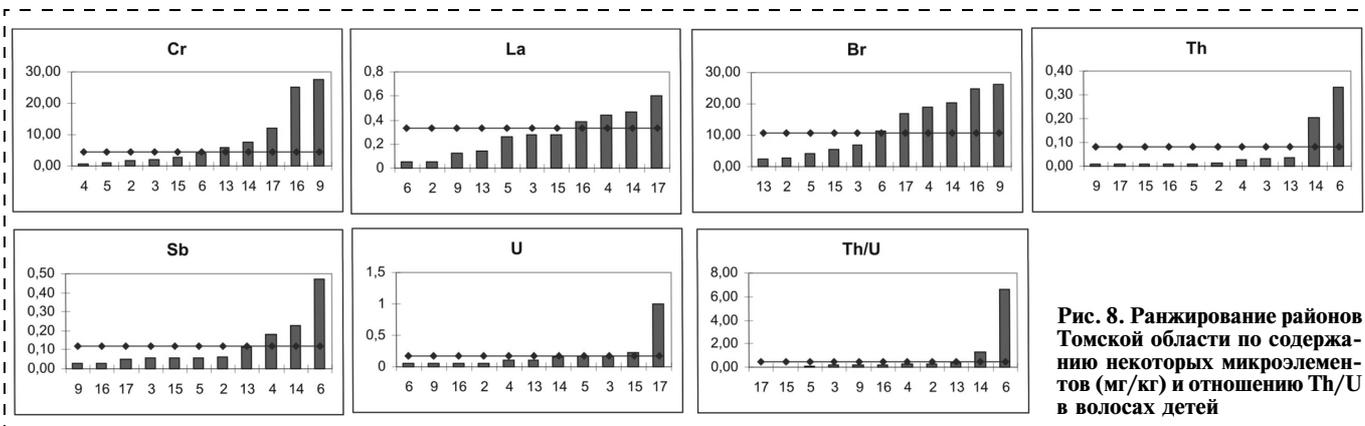


Рис. 8. Ранжирование районов Томской области по содержанию некоторых микроэлементов (мг/кг) и отношению Th/U в волосах детей

цифику техногенного воздействия в районах нефтегазодобычи (Sb, Br), предприятий угольной и ядерной энергетики (La, U, Th). По содержанию микроэлементов в твердом осадке снега удастся картировать зоны техногенной трансформации [22].

Солевые отложения в посуде (накипь) отражают, на наш взгляд, [24] прежде всего природное качество питьевых вод (рис. 7), хотя в ряде случаев, при использовании вод верховодки, она отражает и техногенную компоненту.

Состав биосубстратов, органов и тканей животных и человека зависят от многих факторов [19], в том числе их геохимические особенности отражают специфику природного и техногенного воздействия [6, 7].

Так, обращают на себя внимание повышенные уровни накопления U и La в волосах детей из г. Северска, находящегося в закрытой зоне СХК (рис. 8).

Исследование микроэлементного состава субстрата щитовидной железы жителей Томской области [6] позволило установить, что каждый из изученных административных районов области имеет свою выраженную геохимическую специфику, о чем можно судить по коэффициентам концентрации изученных микроэлементов (табл. 1).

Таблица 1  
Геохимическая специфика районов Томской области по максимальным (относительно регионального контроля) коэффициентам концентрации элементов в патологически измененной щитовидной железе

Районы	Геохимическая специфика
Томский	Br <sub>74</sub> —Fe <sub>4,5</sub> —U <sub>3,5</sub> —Hf <sub>2,8</sub> —Cr <sub>1,9</sub> —Rb <sub>1,9</sub> — —Na <sub>1,8</sub> —Hg <sub>1,3</sub> —Sb <sub>1,3</sub>
Асиновский	Sb <sub>20</sub> —Fe <sub>3,4</sub> —Na <sub>2,7</sub> —Br <sub>1,9</sub> —Rb <sub>1,7</sub> —Hf <sub>1,7</sub> — —Hg <sub>1,5</sub> —Cr <sub>1,3</sub> —Co <sub>1,2</sub>
Первомайский	Fe <sub>2,4</sub> —Hf <sub>1,7</sub> —Rb <sub>1,5</sub> —Sb <sub>1,5</sub> —Hg <sub>1,4</sub> —Br <sub>1,3</sub> — —Cr <sub>1,3</sub> —Na <sub>1,2</sub> —Zn <sub>1,1</sub>
Зырянский	Br <sub>10</sub> —Fe <sub>8</sub> —Hg <sub>3</sub> —Zn <sub>1,6</sub> —Sb <sub>1,3</sub> —Co <sub>1,1</sub> —La <sub>1,1</sub>
Бакcharский	Cr <sub>4,8</sub> —Fe <sub>3,8</sub> —Na <sub>2,4</sub> —Rb <sub>1,4</sub> —Sc <sub>1,3</sub> —Sb <sub>1,3</sub> —Br <sub>1,3</sub>
Парабельский	Na <sub>2,9</sub> —Rb <sub>1,8</sub> —Au <sub>1,7</sub> —Br <sub>1,5</sub> —Hg <sub>1,5</sub> —Fe <sub>1,2</sub>
Кожевниковский	Sb <sub>24</sub> —Fe <sub>3,3</sub> —Hf <sub>2,2</sub> —Na <sub>1,8</sub> —Hg <sub>1,8</sub> —Rb <sub>1,8</sub> —Br <sub>1,7</sub> —Au <sub>1,4</sub>
Чаинский	Br <sub>33</sub> —Na <sub>3</sub> —Fe <sub>1,8</sub> —Cr <sub>1,6</sub> —Hf <sub>1,5</sub> —Rb <sub>1,5</sub> —Co <sub>1,1</sub>
Молчановский	Fe <sub>5</sub> —Hg <sub>3</sub> —Sb <sub>2,2</sub> —Na <sub>1,9</sub> —Cr <sub>1,9</sub> —Br <sub>1,7</sub> —Rb <sub>1,5</sub> —Co <sub>1,2</sub> —Au <sub>1,1</sub>
Колпашевский	Br <sub>28</sub> —Fe <sub>6,2</sub> —Na <sub>6</sub> —Rb <sub>3,3</sub> —Sb <sub>2,1</sub> —Hf <sub>1,8</sub> —Hg <sub>1,7</sub> — —Co <sub>1,2</sub> —Zn <sub>1,1</sub>
Александровский	Br <sub>116</sub> —Cr <sub>4,1</sub> —Na <sub>4</sub> —Rb <sub>4</sub> —Sb <sub>3,7</sub> —Fe <sub>3,6</sub> — —Ce <sub>2</sub> —Hf <sub>1,6</sub> —Hg <sub>1,4</sub> —Co <sub>1,3</sub> —Zn <sub>1,1</sub>
Шегарский	Br <sub>269</sub> —Sb <sub>9</sub> —Fe <sub>5</sub> —Hg <sub>4</sub> —Na <sub>3,4</sub> —Cr <sub>3,4</sub> —Th <sub>3</sub> — —Rb <sub>2,4</sub> —Hf <sub>2</sub> —Zn <sub>1,4</sub>
Каргасокский	Sb <sub>85</sub> —Fe <sub>5</sub> —Cr <sub>4,2</sub> —Rb <sub>1,8</sub> —Au <sub>1,7</sub> —Hf <sub>1,7</sub> —Br <sub>1,5</sub> —Sc <sub>1,3</sub> —Hg <sub>1,3</sub>
Кривошеинский	Th <sub>5,5</sub> —Na <sub>5</sub> —Rb <sub>4,7</sub> —Br <sub>2,7</sub> —Sb <sub>2,3</sub> —Fe <sub>2,1</sub> —Co <sub>2</sub> —Hg <sub>2</sub> — —Au <sub>1,7</sub> —La <sub>1,3</sub> —Zn <sub>1,3</sub>
Верхнекетский	Cr <sub>6</sub> —Hg <sub>5</sub> —Fe <sub>4,7</sub> —Th <sub>3,2</sub> —Sb <sub>2,7</sub> —Br <sub>2,6</sub> — —Na <sub>2,3</sub> —Rb <sub>1,4</sub> —La <sub>1,4</sub> —Zn <sub>1,3</sub> —Au <sub>1,2</sub> —Co <sub>1,1</sub>

Кроме того, каждый район имеет свою некоторую геохимическую специализацию (рис. 9, 10). Так, для Томского характерно значительное накопление урана; Асиновского, Кargasокского и Кожевниковского — сурьмы; Бакcharского и Верхнекетского — хрома; Кривошеинского — тория и т. д. По-видимому, место проживания оказывает определенное влияние на специфику заболеваний щитовидной железы. Возможно, полученная информация позволит прогнозировать патологии щитовидной железы населения и планировать мероприятия по их профилактике.

Необходимо отметить, что аномально высокие показатели коэффициента концентрации брома в Алек-

сандровском и Шегарском районах области обусловлены наличием единичных аномальных проб. Вопрос о столь значительном его накоплении при определенных патологиях и в конкретных населенных пунктах требует отдельного рассмотрения и дополнительного изучения.

Полученные материалы по эколого-геохимическому районированию территории Томской области на основании изучения различных природных сред на широкий комплекс микроэлементов, определяемых количественным нейтронно-активационным анализом, находим удовлетворительное соответствие с ранжированием административных районов области по пока-

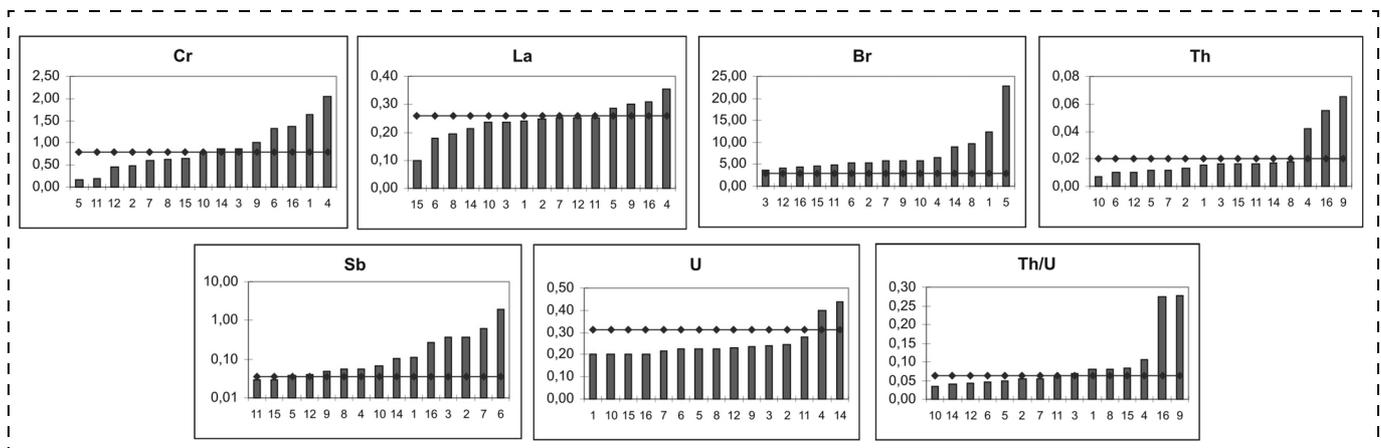


Рис. 9. Ранжирование районов Томской области по содержанию некоторых микроэлементов (мг/кг) и отношению Th/U в щитовидной железе человека

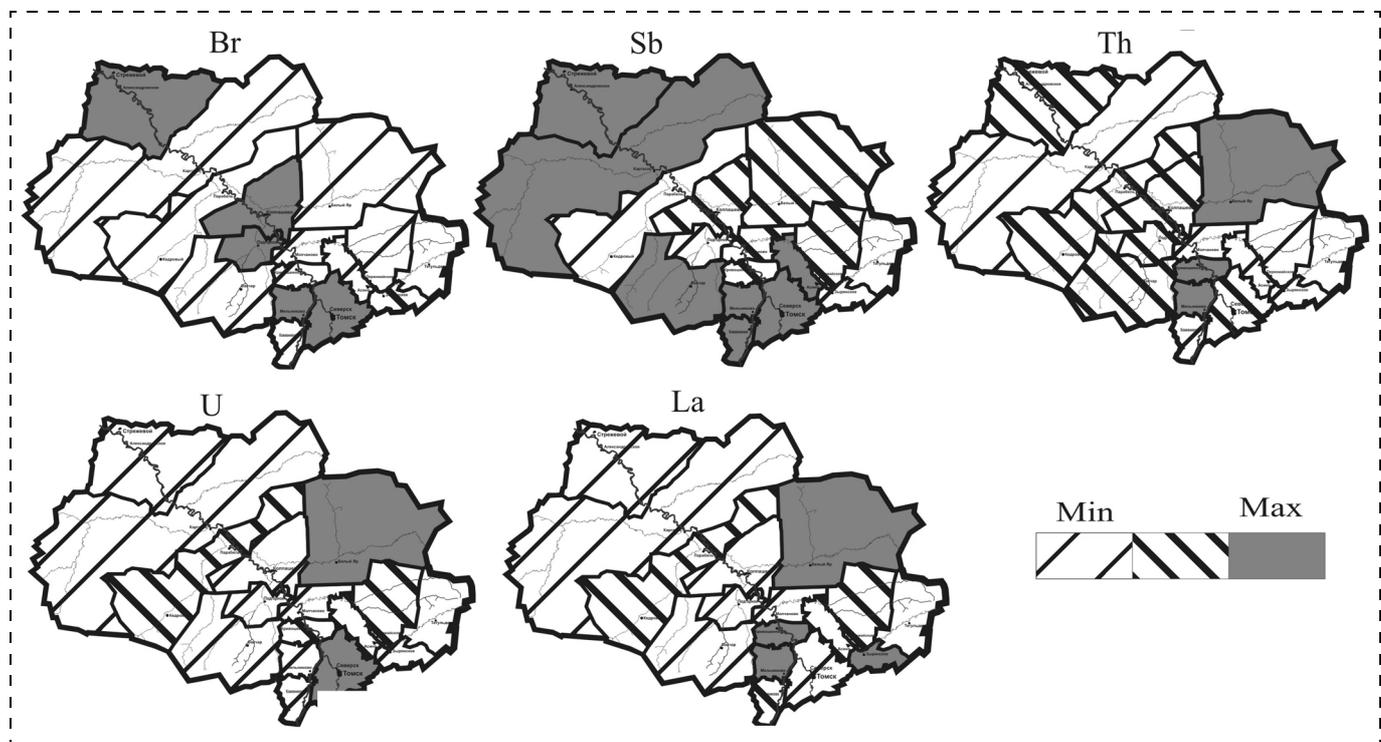


Рис. 10. Пространственное распределение величины коэффициента концентрации микроэлементов щитовидной железы человека относительно региональной нормы по районам Томской области

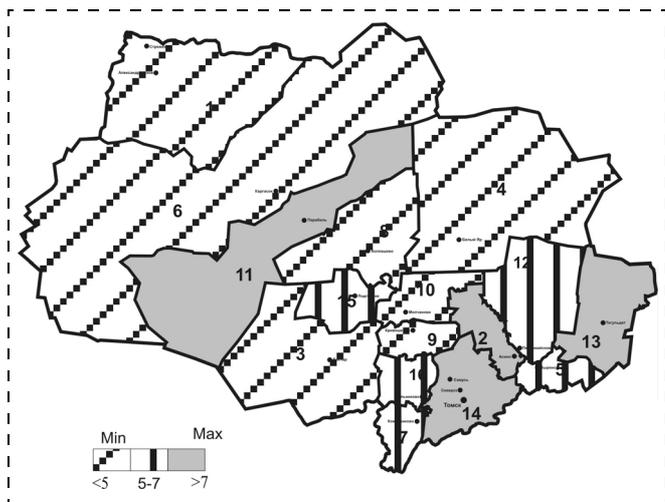


Рис. 11. Схематичная карта Томской области по показателю комплексного загрязнения окружающей среды [10]

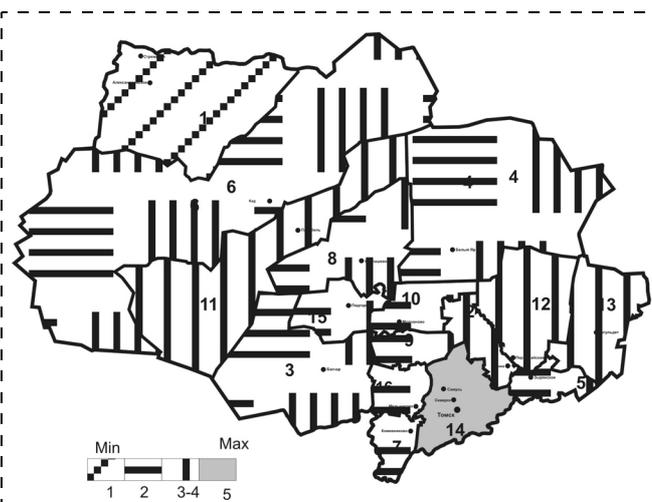


Рис. 12. Распределение районов Томской области по степени напряженности санитарно-гигиенической ситуации [10]

зателю общего комплексного загрязнения окружающей среды (рис. 11), выполненного органами Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Томской области [10].

Расчет этого показателя, предусматривающего сумму факторных комплексных показателей загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы, которые выполнены в соответствии с методическими рекомендациями № 01-19/17-17, 1996 г., позволил Н. С. Зинченко [10] выделить группы районов с разной степенью санитарно-гигиенического благополучия.

Обращают на себя внимание районы, находящиеся в непосредственной близости от агломерации предприятий, расположенных в районе г. Томска (Асиновский, Тегульдетский, Томский и близкий к ним по этим показателям Первомайский и Зырянский районы), а также Парабельский район, на территории которого ведется интенсивная нефтегазодобыча и расположены зоны падения отделяющихся частей ракет.

Выполненное гигиеническое ранжирование территории области по степени напряженности санитарно-гигиенической ситуации органами санитарной службы в соответствии с методическими рекомендациями Госкомсанэпиднадзора РФ (№ 01-19/17-17, 1996) позволило выделить пять групп районов области (рис. 12). Территориями с максимально неблагоприятной обстановкой являются: Томский, Асиновский, Первомайский и Парабельский административные районы [10].

Наличие аномальных биогеохимических районов на территории области, как показали ранее работы Н. В. Васильева, А. П. Воробьевой, И. И. Балашовой и др., могут обуславливать развитие специфических заболеваний (лейкемия и др.).

Так, выполненные исследования по особенностям распределения нозологических форм заболевания щитовидной железы [6] показали, что их максимум фиксируется в наиболее неблагоприятных по экологическим показателям районах (табл. 2), а их пространственная локализация довольно отчетливо фиксирует зоны максимального экологического неблагополучия,

Таблица 2

Заболеваемость отдельными видами патологии щитовидной железы по районам Томской области на 1000 населения (за 5 лет)

№ п. п.	Районы Томской области	ДУЩЖ	УЗ	АИТ	ДТЗ	ВГТ	ПГТ	Рак	Прочее
1	Александровский	6,7	1,1	2,1	0,3	0	0,4	0	0,08
2	Асиновский	37,7	1,2	14	0,5	0,07	2,5	0,07	0,3
3	Бакчарский	22,9	2,5	3,7	0,3	0,1	1,2	<b>0,12</b>	0,18
4	Верхнечетский	<b>65,7</b>	<b>5,1</b>	<b>8,6</b>	0,9	0,04	<b>3,3</b>	<b>0,13</b>	0,31
5	Зырянский	<b>51,58</b>	<b>5,7</b>	<b>8,1</b>	<b>1,0</b>	0	1,9	0	0,23
6	Каргасокский	23,1	4,4	4,5	0,6	<b>0,17</b>	2,4	0	<b>0,44</b>
7	Кожевниковский	19,0	3,8	3,4	0,6	0,04	2,4	0,08	0,2
8	Колпашевский	20,4	4,9	4	0,6	0,04	1,7	0,04	<b>0,36</b>
9	Кривошеинский	32,4	4,8	5,2	0,8	<b>0,22</b>	<b>2,9</b>	0,05	<b>0,38</b>
10	Молчановский	20,2	3,6	5,8	0,5	0,05	1,9	0	0,16
11	Парабельский	<b>64,9</b>	<b>6,1</b>	<b>7,8</b>	0,2	0	<b>3,5</b>	0,05	<b>0,38</b>
12	Первомайский	30,9	4,0	5,8	0,6	0,04	1,7	0,09	0,21
13	Тегульдетский	41,3	3,9	5,2	0,3	0	2,2	0	0,11
14	Томский	<b>56,1</b>	<b>7,0</b>	<b>8,5</b>	0,7	0,09	<b>3,8</b>	<b>0,15</b>	<b>0,45</b>
15	Чаинский	<b>54,2</b>	<b>5,6</b>	6	0,7	<b>0,36</b>	<b>2,7</b>	0,06	0,24
16	Шегарский	<b>52,2</b>	3,7	5,1	0,5	0,08	2,4	<b>0,13</b>	0,08
17	Среднеобластное значение	38,6	4,9	6,2	0,6	0,08	2,5	0,1	0,3

Примечание. ДУЩЖ — диффузное увеличение щитовидной железы; УЗ — узловой зоб; АИТ — хронический аутоиммунный тиреоидит; ДТЗ — диффузный токсический зоб; ВГТ — врожденный гипотиреоз; ПГТ — приобретенный гипотиреоз; Прочее — прочие заболевания (острые, подострые тиреоидиты и др.).

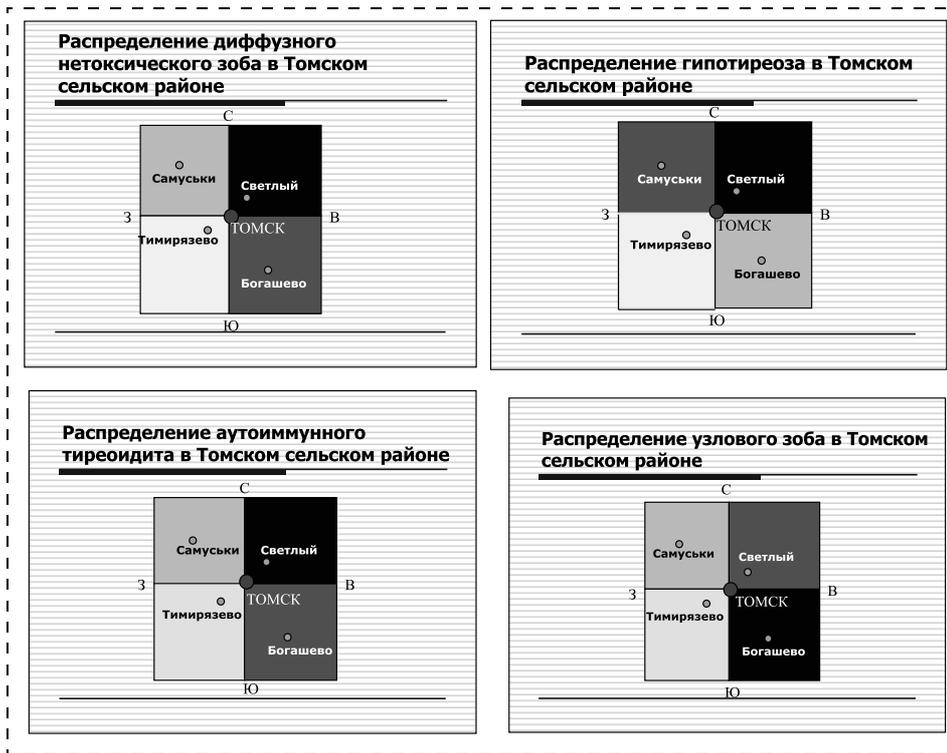


Рис. 13. Встречаемость патологии щитовидной железы на территории Томского района (интенсивность серого оттенка соответствует уровню патологий ЩЖ)

например, северо-восточный сектор в Томском районе (рис. 13). Аналогичная ситуация отмечается на этой территории и по другим видам заболеваний [17–19, 21].

Следует отметить, что приведенные данные носят оценочный, сугубо предварительный характер, так как их количество не позволяет дать более достоверные показатели, как это, например, сделано по Томскому району [18], но они позволяют акцентировать внимание на существующей проблеме и необходимости проведения комплексного эколого-геохимического мониторинга природных сред области, в значительной мере влияющей на качество жизни и здоровье человека, как это показано по Томскому [21, 18] и другим районам области [10].

По существу дела данная публикация является основой для проведения количественной оценки потенциального риска здоровью населения Томской области от качества окружающей среды с учетом многих факторов, определяющих понятие "качество". В настоящее время мы находимся на этапе идентификации опасности [23].

#### Список литературы

1. Адам А. М. и др. Оценка уровня накопления вредных веществ в объектах природной среды районов со сложной техногенной нагрузкой // Тезисы докладов Международной конференции "Сибэко-93". Часть 1. — Иркутск, 1993. — С. 28–29.
2. Адам А. М. Теория и методы обеспечения экологической безопасности технологических объектов и территорий в целях устойчивого природопользования (на примере Западной Сибири) // Автореф. дисс. на соискание уч. степени доктора геол.-мин. наук. — Томск, 2006. — 38 с.

3. Адам А. М. и др. Природные ресурсы и экономическая безопасность Западной Сибири. — М.: Изд-во "НИА-Природа", 2001. — 172 с.

4. Адам А. М. и др. Экологические проблемы регионов России. Томская область // Информационный выпуск № 6. — М.: ВИНТИ, 2000. — 190 с.
5. Аэрозоли в природных ландшафтах Сибири / А. П. Бояркина, В. В. Байковский, Н. В. Васильев и др. — Томск: Изд-во ТГУ, 1993. — 157 с.

6. Барановская Н. В. и др. Роль химических элементов в формировании тиреоидной патологии // Материалы IV научной-практической конференции "Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде". Т. 2. — Семипалатинск, 2006. — С. 13–25.

7. Барановская Н. В. Элементный состав биологических материалов и его использование для выявления антропогенно-измененных территорий (на примере южной части Томской области) // Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук. — Томск: Изд-во ТГУ, 2003. — С. 24.

8. Гавшин В. М. и др. Свидетельства фракционирования химических элементов в атмосфере Западной Сибири по данным исследования верхового торфяника // Геохимия. — 2003. — № 13. — С. 1337–1344.
9. Гичев Ю. П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. — Москва—Новосибирск, 2002. — 229 с.
10. Зинченко Н. С. Гигиеническое нормирование — основа обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия // Дисс. на соискание уч. степени канд. мед. наук. — М., 1999. — 21 с.

11. Онищенко Г. Г. и др. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М., 2002. — 408 с.
12. Ревич Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. — М.: ЦЭПР, 2001. — 212 с.
13. Ревич Б. А. и др. Экологическая эпидемиология. — М., 2004. — 379 с.

14. Рихванов Л. П. и др. Выявление основных источников загрязнения и прогнозирование состояния здоровья населения методами геохимического картирования компонентов природной среды // Материалы IV объединенного международного симпозиума по проблемам прикладной геохимии. — Иркутск, 1994. — С. 88–89.
15. Рихванов Л. П. и др. Почва — как депонирующая среда при изучении техногенного фактора воздействия на природу // Проблема региональной экологии. Региональный мониторинг: Вып. 3. 1994. — Томск, 1994. — С. 35–46.

16. Рихванов Л. П. и др. Предварительная оценка уровня накопления тяжелых металлов в почвах бассейна р. Обь // Природокомплекс Томской области. Т. 1. Геология и экология. — Томск: Изд-во ТГУ, 1995. — С. 249–259.
17. Рихванов Л. П. и др. Ретроспективная оценка уровня поступления радиоактивных веществ в природную среду // Материалы Международной конференции "Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий". Т. 2. — Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 2006. — С. 325–331.

18. Рихванов Л. П. и др. Эколого-геохимические особенности Томского района и заболеваемость населения. — Томск, 2006. — 213 с.
19. Рихванов Л. П., Барановская Н. В., Игнатова Т. Н. К геохимии живого вещества // Материалы IV научно-практической конференции "Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде". Т. 1. — Семипалатинск, 2006. — С. 19—40.
20. Сарнаев С. И. и др. Оценка экологической обстановки в г. Северске по результатам геохимического обследования природных сред // Природокомплекс Томской области. Т. 1. Геология и экология. — Томск: Изд-во ТГУ, 1995. — С. 224—231.
21. Сухих Ю. И. Гигиенические аспекты здоровья населения в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды (на примере Томского района) // Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. мед. наук. — Москва, 2005. — С. 24.
22. Шатилов А. Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна // Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. геол.-мин. наук. — Томск, 2001. — 24 с.
23. Щербо А. П. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска. — С.-Пб.: МАПО, 2002. — 376 с.
24. Язиков Е. Г. и др. Индикаторная роль солевых образований в воде при геохимическом мониторинге // Изв. вузов. Геология и разведка. — № 1. — 2004. — С. 67—69.
25. Язиков Е. Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири // Автореф. дисс. на соискание уч. ст. доктора геол.-минер. наук. — Томск, 2006. — 48 с.

УДК 628.543

**С. Ю. Семенов**, канд. биол. наук, Томский государственный университет,  
**Л. И. Шелепова**, Департамент природных ресурсов  
и охраны окружающей среды Томской области

## Водно-болотная очистка сточных вод

*Рассмотрены проблемы энерго- и ресурсосбережения при выборе технологии очистки сточных вод малых населенных пунктов. Представлены результаты использования принципов экологического конструирования при проектировании очистных сооружений и опытно-промышленных испытаний метода болотной очистки и обеззараживания сточных вод в ландшафтно-климатических условиях Томской области.*

Одной из ключевых задач в реализации концепции устойчивого развития является замена традиционных технологий производства на безотходные, ресурсо- и энергосберегающие технологии. Особенно важно, по нашему мнению, реализовать такой подход в системе защиты окружающей среды. Не секрет, что сооружения очистки сточных вод, построенные по типовым проектам 1960-х годов, не обеспечивают современных жестких нормативов по качеству очищенных стоков. Кроме того, из-за высокой энергоемкости эти сооружения являются косвенными источниками значительных выбросов в атмосферу углекислого газа, окислов азота, серы и пр. Строительство типовых сооружений очистки сточных вод серьезно изменяет ландшафт, изымая из естественной природной среды местообитания аборигенной флоры и фауны.

Сточные воды населенных пунктов и сельскохозяйственных предприятий представляют собой сильно разбавленную смесь органических и минеральных удобрений, являющуюся прекрасной пищей для растений и микроорганизмов. Поэтому понятно, что идеальным экологическим решением для очистки таких стоков является использование их для получения продукции растениеводства. Но в наших климатических условиях урожай можно выращивать только 4 месяца в году.

А что делать со стоками зимой? Проблемой здесь является и то, что кроме удобрений в стоках имеется значительное количество патогенных (вредных для здоровья человека и сельскохозяйственных животных) микроорганизмов.

Неистощительное природопользование ориентирует на создание не только замкнутых технологий производства продукции, но и технологий возвращения в природную среду того, что было из нее изъято. Речь идет именно об особых технологиях, а не о простом сбросе стоков в окружающую среду. В этом направлении работают исследователи, объединившиеся в рамках нового направления науки и практики, названного Г. Одумом "экологической инженерией". Экологическая инженерия в каком-то смысле подобна бионике — прикладной науке о применении в технических устройствах и системах принципов, свойств, функций и структур живой природы. Отличие заключается в том, что экологическая инженерия для решения своих задач изучает не только биотические, но и абиотические компоненты природных систем, а также (если не в первую очередь) — взаимодействие внутри и между этими компонентами. Фундаментальной основой экологической инженерии является экология.

В первую очередь ученые обратили внимание на специфические природные образования, исполняющие роль буфера между наземными и водными экосистемами, — болота. Огромная, по сравнению с реками и озерами, концентрация биомассы в болотах, а также специфические условия существования растений и микроорганизмов, позволяющие не только эффективно окислять, но и депонировать биогенные вещества в этих акваториях, является образцом для разработки экотехнологий очистки сточных вод.



Гармонизация взаимодействия человечества и окружающей природной среды требует создания буферных экосистем между населенным пунктом или предприятием и интактными экосистемами. Буфер для водных потоков с территории поселений и предприятий — это болото.

Очистное искусственное болото имеет четыре основных части: водоупорный слой, фильтрующий слой, болотные растения и устройства для равномерного распределения стоков по площади болота и регулирования уровня воды в нем. Наличие плотных зарослей растительности на этом сооружении позволяет рассматривать строительство такого очистного комплекса как озеленение территории. Искусственное болото представляет собой идеальное местообитание не только для болотных растений, но и для животных. Территория очищающего болота запрещена для посещения населением, поэтому является своеобразным заповедником водно-болотной флоры и фауны, в том числе редких и исчезающих видов.

В Северной Америке и в Европе, где в результате мелиорации природных болот практически не осталось, их приходится создавать заново.

В Томской области, где болота и заболоченные земли занимают более 30 % территории и процесс заболачивания прогрессирует, рационально использовать природные заболоченные участки, дополняя природную экосистему специальными устройствами, позволяющими повысить самоочищающую способность водно-болотной экосистемы, что особенно важно в морозный период. Регулярное поступление сточных вод в природное болото при определенных условиях увеличивает его проточность и тем самым предотвращает заболачивание прилегающей территории, консервируя исходный ландшафт и сохраняя биоразнообразие.

Минимизация экологического ущерба на этапе строительства очистных сооружений достигается путем максимального учета рельефа местности, а также использования процесса самоформирования биотической компоненты водно-болотной экосистемы. Уникальность ландшафта в каждом случае требует собственного подхода для внедрения, что показано в рассматриваемых ниже примерах.

По инициативе Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Томской области в 2002 г. специалистами Международного факультета сельского хозяйства природопользования и охраны окружающей среды Томского государственного университета были начаты работы по исследованию и опытным испытаниям способа почвенно-болотной очистки (обезвреживания) хозяйственно-бытовых сточных вод в условиях севера Томской области. В результате был решен вопрос с очисткой сточных вод г. Колпашево и прилегающего к нему пос. Тогур с общим дебетом около 6000 м<sup>3</sup>/сут. сброса сточных вод.

На основе проектных предложений и рекомендаций по очистке сточных вод с использованием самоочищающей способности водно-болотных экосистем и существующих канализационных коммуникаций города ОАО "Томскводпроект" разработана проектно-сметная документация "Биоинженерная система очистки хозяйственно-бытовых сточных вод г. Колпашево и пос. Тогур Колпашевского района" общей сметной стоимостью 11,12 млн руб., в то время как стоимость типовых канализационных сооружений составляет 160 млн руб. Проектно-сметная документация получила положительное заключение Государственной экологической экспертизы. Проектное качество очистки стоков соответствует предельно допустимому сбросу. Расчетная себестоимость очистки 1 руб./м<sup>3</sup>.

Система доочистки сточных вод НПО "Вирион" (1000 м<sup>3</sup>/сут.), включающая ботаническую площадку, пруд с высшей водной растительностью и биоплато, размещается в логу на северо-восточной окраине г. Томска. Качество очищенных стоков соответствует или превышает качество вод приемного водотока (река Ушайка). Контакт сточных вод с корневой системой гелофитов на ботанической площадке и биоплато обеспечивает 100 %-ное обеззараживание стока.

На этапе завершения находится ремонт канализационных очистных сооружений с. Кривошеино. Озеленение санитарно-защитной зоны сооружений гелофитами и влаголюбивым кустарником позволит обеспечить соответствие качества сточных вод по гидрохимическим и бактериологическим показателям нормативам сброса в реку Бровка. Экономический эффект мероприятий составляет более 15 млн руб.

В с. Каргасок за счет перевода аэротенков в режим первичного отстойника — депонента осадка и устройства на трассе выпускного коллектора сточных вод фитокарты и иловой площадки себестоимость очистки снизилась на 19 руб./м<sup>3</sup>. Годовой экономический эквивалент предотвращенного экологического ущерба составил более 4 млн руб., экономический эффект для предприятия — более 1,3 млн руб.

Положительные результаты испытания аналогичной технологии недавно получены в Заполярье (п. Шонгуй, Мурманская область) при среднегодовой температуре плюс 4 °С. Участники проекта из Швеции, Дании, Голландии, Эстонии и Украины удовлетворены выполненной работой. Уникальность Томского опыта — в еще более жестких климатических условиях (среднегодовая температура минус 1,5 °С) и более последовательной реализации принципов экологического конструирования.

Приобретенный опыт и продолжающиеся мониторинговые и опытно-промышленные испытания разработанной экотехнологии позволят в ближайшем будущем решить проблему очистки малodeбетных источников сброса сточных вод в Томской области.



УДК 504.3.054; 504.3.064

**В. Ф. Панин**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
**В. А. Попов**<sup>2</sup>, **А. Г. Дашковский**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
**Н. А. Осипова**<sup>1</sup>, канд. хим. наук, доц., **Д. М. Шрамов**<sup>3</sup>, асп. ТПУ,  
**А. Ю. Филатов**<sup>4</sup>, асп. ТПУ

<sup>1</sup> Томский политехнический университет (ТПУ)

<sup>2</sup> Комитет по охране окружающей среды г. Томска

<sup>3</sup> Управление Ростехнадзора по Томской области

<sup>4</sup> ОГУ "Облкомприрода"

## Разработка и реализация стратегии улучшения качества приземного воздуха в г. Томске, отвечающей мировым тенденциям защиты воздушной среды урбанизированных территорий

*В Томске в сотрудничестве с муниципалитетом г. Виррала (Англия) разработана и осуществляется "стратегия чистого воздуха": создан Центр экологической политики, информации и мониторинга атмосферных загрязнений, развивается партнерство по защите атмосферного воздуха, утверждены мероприятия по защите воздушной среды на 2005—2010 годы, положения стратегии отражены в Генеральном плане г. Томска, разрабатывается компьютерная система мониторинга загрязнений приземного воздуха.*

Томск не относится к числу городов Российской Федерации, "лидирующих" по степени загрязненности приземного воздуха вредными примесями выбросов промышленных предприятий и автотранспорта. Тем не менее наличие на территории города большого числа промышленных предприятий, таких как электротехнические, энергетические, химические, нефтехимическое, химико-фармацевтическое, строительные, строительных материалов и конструкций, производства машиностроительной, приборостроительной, деревообрабатывающей, швейной, пищевой и других отраслей промышленности; близкое соседство Томска с мощным Сибирским химическим комбинатом г. Северска; наличие в небольшом по территории г. Томске около 80 тыс. единиц действующего автотранспорта (при отсутствии кольцевой и радиальных магистралей, транспортных развязок, но при наличии достаточно узких и сверхперегруженных автотранспортом улиц) — все это обеспечивает значительное превышение предельно допустимых концентраций основных и специфических вредных примесей в приземном воздухе на стационарных постах наблюдений до десяти и более раз [1].

Достаточно высокий уровень загрязненности приземного воздуха в г. Томске — предмет забот специальных исследований Администрации г. Томска,

в частности, городского комитета по охране окружающей среды, Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ученых политехнического и государственного университетов г. Томска, Института оптики атмосферы и Института мониторинга климатических и экологических систем Томского филиала СО РАН, других организаций Томска.

Известно, в том числе из средств массовой информации, что до сравнительно недавнего времени аналогичная ситуация складывалась в большом числе городов стран Западной Европы, США и Канады. В настоящее время в рамках реализации концепции устойчивого развития, принятой мировым сообществом на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро и в целом подтвержденной на саммите Рио + 10 в Йоханнесбурге в 2002 г., в большинстве индустриальных и административных центров этих и ряда других стран ведется системная работа по совершенствованию управления качеством приземного воздуха урбанизированных территорий. В основе такой работы лежит непрерывный в реальном времени контроль уровня загрязнения приземного воздуха основными и специфическими вредными примесями выбросов предприятий и автотранспорта с помощью разветвленных инструментальных систем автоматической регистрации концентраций примесей. В ряде стран идут дальше: мониторинг загрязнения воздуха ведется компьютерным путем, основанном на компьютерном расчете рассеивания примесей по уравнениям турбулентной диффузии при измеренных интенсивностях эмиссии примесей (М, г/с) из различных источников, как, например, в муниципалитетах Сефтон, Шеффилд, Виррал в Англии [1].

В ходе выполнения в 1997—2005 гг. кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности (ЭБЖ) Томского политехнического университета (ТПУ) международного образовательного проекта "Программа подготовки специалистов в области защиты окружаю-



щей среды". Представители ТПУ в ноябре 1998 г., ознакомившись с работами Департамента по защите окружающей среды муниципалитета г. Виррал (Англия) по совершенствованию управления качеством приземного воздуха на муниципальной территории, представили положение дел в этой области в г. Томске, пришли к соглашению о проведении совместной проектно-исследовательской работы и о формировании совместной заявки на конкурс грантов по программе Тасис "Породненные города", финансируемой Европейской Комиссией [2].

К концу 2000 г. был утвержден совместный проект № 1502-18 под названием Clean Air Strategy Tomsk (Стратегия чистого воздуха в Томске) с объемом финансирования 130 000 Евро и сроками выполнения: декабрь 2000 г. — март 2002 г.

Цель данного Международного проекта:

1. Получить опыт экологического менеджмента на муниципальном уровне в округе Виррал.
2. Провести тщательное изучение атмосферного загрязнения от автотранспорта.
3. Сравнить и сопоставить различные методы по мониторингу атмосферного загрязнения, применяемые в Виррале, Мерсейсайде и Шеффилде.
4. Адаптировать и применить опыт и навыки, накопленные в ЕС, для г. Томска.
5. Развить и усовершенствовать методы оценки качества воздуха в г. Томске.
6. Разработать стратегию управления качеством воздуха для г. Томска.
7. Оказать содействие г. Томску в оценке способов мониторинга и компьютерного моделирования, применимых к стратегии управления качеством воздуха.
8. Разработать программу обучения (для использования по завершении проекта), которая будет способствовать внедрению стратегии управления качеством воздуха.

В 2000—2002 гг. была выполнена первая часть проекта Clean Air Strategy Tomsk.

Второй частью проекта являются начальные действия Администрации г. Томска и Томского политехнического университета при содействии Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Томской области по реализации позиций стратегии, разработанной в первой части Международного проекта.

Хозяйственный механизм г. Томска с полумиллионным населением слишком инертен для быстрой реализации элементов стратегии, особенно в условиях постоянного бюджетного дефицита. Тем не менее серия шагов за 2004—2006 гг. в этом направлении уже сделана. Отсчет времени реализации стратегии ведется с 2004 г., поскольку только в ноябре 2003 г. была опубликована монография "Стратегия чистого воздуха Томска", а 17.11.2003 г. по Томскому телевидению состоялась презентация этой монографии для города и области.

**Сущность стратегии.** Стратегия должна развиваться в двух направлениях.

1. Формирование при Комитете по охране окружающей среды Центра экологической информации и мониторинга качества атмосферного воздуха с участием надзорных экологических органов, а также лабораторий предприятий и научно-образовательных учреждений, осуществляющих с той или иной периодичностью наблюдения (исследования) за качеством атмосферного воздуха в Томске.

Система мониторинга должна включать инструментальную часть (она функционирует на шести постах наблюдения за загрязнениями воздуха: три раза в сутки производится отбор проб воздуха с последующим анализом на содержание пыли,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CO$ , а также характерных для каждого поста примесей сероводорода  $H_2S$ , фенола  $C_6H_5OH$ , формальдегида  $CH_2O$ , аммиака  $NH_3$ , хлористого водорода  $HCl$ , тяжелых металлов — и подлежит дальнейшему развитию) и компьютерную модель рассеивания загрязнений стационарных и автотранспортных источников в приземном воздухе города.

Создание компьютерной модели обеспечит не только постоянное отслеживание концентраций указанных загрязняющих веществ, но и позволит моделировать (прогнозировать) результаты технологических (совершенствование производственных технологий, средств газоочистки) и организационных мероприятий (создание транспортных развязок, мощных кольцевой и радиальных автомагистралей и др.) для системного уменьшения концентраций загрязняющих веществ в приземном воздухе.

2. Создание Партнерства высокого уровня с участием представителей областной и городской администраций, областной Государственной Думы и Городской Думы, политических партий, бизнеса, средств массовой информации, ориентированного на принятие межотраслевых решений относительно технологических, организационных и других мер по уменьшению загрязнения приземного воздуха выбросами автотранспорта.

В Западной Европе, в частности в Великобритании, решение проблемы защиты от автотранспортных загрязнений воздуха видят именно в таком подходе. Разработчики проектов таких партнерств — профессионалы из отделов защиты окружающей среды муниципальных правительств. Поскольку защита окружающей среды сегодня — приоритет исполнительной власти Великобритании, межотраслевые (междепартаментные) партнерства находят безусловную поддержку первых лиц муниципальной власти. Так, в результате такого сотрудничества в муниципальном правительстве Шеффилда в 1990—2000 гг. изысканы средства и организационные возможности для восстановления трамвайных линий, закрытых во время бума автоэпифории, регламентации движения автотранспорта в центральной части города, развития обьездных и радиальных путей, развязок на разных

уровнях. Муниципальная власть заключает со сферой бизнеса взаимовыгодные соглашения об экологически обоснованном размещении торговых центров, предприятий, офисов, предопределяющем рационализацию транспортных потоков. И в целом ведутся исследования по электрификации автотранспорта в пределах урбанизированных территорий, по саморегуляции пользования — в рамках корпоративных соглашений — личным автотранспортом гражданами на городской территории. Рассматриваются и варианты введения прогрессивного налога на объем двигателя автомобиля. Следует отметить, что экологическая эффективность осуществляемых мероприятий в Шеффилде предварительно проверяется на компьютерной модели рассеивания загрязняющих веществ от стационарных и автотранспортных источников города по всей его территории. Более подробно результаты работ, выполненных по Международному проекту, представлены в книгах и статьях [3—7].

**Главные итоги начальной стадии реализации стратегии совершенствования системы управления качеством приземного воздуха в Томске.**

1. При Комитете по охране окружающей среды Администрации г. Томска и Департаменте природных ресурсов и охране окружающей среды Администрации Томской области с участием экологических надзорных органов, вузов, НИИ, производственных экологических лабораторий сформирован и действует Центр экологической политики и информации и мониторинга качества приземного воздуха на территории города.

Одним из главных направлений деятельности Центра является разработка, исследование и внедрение системы компьютерного мониторинга приземного воздуха на основании компьютерного банка данных источников загрязнения атмосферы, обеспечивающего возможность прогнозирования распределения концентраций загрязняющих веществ в режиме реального времени.

Система компьютерного мониторинга обеспечивает получение достоверной картины распределения загрязнения атмосферы по всему спектру загрязняющих веществ в любой точке территории и на любую дату (ретроспектива, перспектива, диагноз текущего состояния), статистическую обработку данных, выявление зон с превышением ПДК загрязняющих веществ, определение вклада источника в уровень загрязнения атмосферы, классификацию предприятий по выбрасываемым вредным веществам, определение зон влияния предприятий, подтверждение достаточности мер по снижению выбросов как в зоне влияния предприятия, так и по всей территории, прогнозирование особых ситуаций и их последствий, повышение степени эффективности природоохранных мероприятий.

Для достижения этих целей должны быть решены следующие задачи:

1. Анализ подходов к организации компьютерного мониторинга.

2. Формирование списка предприятий, имеющих выбросы.

3. Сбор исходной информации по режимам работы источников на предприятиях (режимные карты работы оборудования).

4. Анализ состояния приземного воздуха по инструментальным замерам.

5. Анализ структуры предприятий-загрязнителей.

6. Разработка структуры электронного банка данных источников загрязнения воздуха, обеспечивающего возможность накопления информации о параметрах функционирования источника загрязнения.

7. Разработка системы расчетного мониторинга распространения загрязняющих веществ от источников антропогенного загрязнения атмосферы.

8. Экспертиза технологического процесса на основе "первичной" технической документации по источникам загрязнения приземного воздуха.

9. Формирование банка данных предприятий-загрязнителей.

10. Разработка экспертной системы проверки достоверности исходной информации, поступающей от природопользователей.

11. Расчет концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от исследуемых предприятий с учетом вкладов выбросов автотранспорта.

12. Испытания системы мониторинга для подтверждения работоспособности.

13. Создание представительства в сети Интернет.

В настоящее время практически решены первые 10 задач. В частности, по задаче 3 для более чем 1500 источников отработаны режимные карты работы оборудования (например, расход сырья по месяцам года). По задаче 6 реализован банк данных для размещения координат и характеристик источников (высота трубы, диаметр устья), характеристик сырья для каждого источника (например, для топлива — зольность, содержание серы и т. п.). По задаче 7 адаптированы программы расчета рассеивания загрязнений в приземном воздухе, рекомендуемые ОНД-86. По задаче 8 разработана система разделения источников на значимые для расчета интегрального рассеивания. По задаче 9 банк данных "заполнен" данными об источниках (характеристики и координаты рассеивателей, включая значения  $M$  из сводных томов ПДВ, характеристики сырья). Необходимо завершить формирование функционалов для подсчета выхода, например, летучей золы,  $SO_2$ ,  $CO$  и т. д. в зависимости от расхода топлива и режима работы котла. По задаче 10 разработана экспертная система, "вынуждающая" предприятия представлять объективную информацию, например, в квартальных отчетах по выбросам. Примерно через год исполнители придут к выполнению задач 11...13.

Новизна такой системы мониторинга в том, что картина загрязнения воздуха получается расчетным путем, а реализация всей технологии расчетного мо-



нитинга обеспечит действенный контроль за технологической деятельностью предприятий — природопользователей.

II. Согласно стратегии в г. Томске идут процессы, ведущие к организации Партнерства высокого уровня с участием представителей Областной Думы и Городской Думы, политических партий, бизнеса, средств массовой информации, ориентированного на принятие межотраслевых решений относительно технологических, организационных и других мер по уменьшению загрязнения приземного воздуха г. Томска выбросами от стационарных источников и, в частности, от автомобильного транспорта. Эффективность данных мер должна предварительно оцениваться на разрабатываемой модели загрязнения приземного воздуха г. Томска. Цель стратегии в целом обеспечить в штатных погодных и производственных условиях непревышение концентраций основных загрязняющих веществ значениям их ПДК.

По итогам проекта "Стратегия чистого воздуха в Томске" подготовлен и утвержден Главой Администрации г. Томска "Комплексный план мероприятий по охране атмосферного воздуха в г. Томске на 2005—2010 годы", который в настоящее время реализуется по следующим направлениям.

1. Разрабатывается новый Генеральный план г. Томска, в котором учитываются положения "Стратегии ...", а именно:

1.1. Развитие жилищного строительства предусматривается в южной, наиболее экологически чистой, части города.

1.2. Предусматривается развитие автодорожной сети с расширением автомагистралей (проспект Комсомольский, ул. Красноармейская), объездной дороги по ул. Елизаровых, двухуровневых развязок (ул. Пушкина, пр. Академический, ул. Смирнова).

1.3. Предусматривается строительство новых линий электрического транспорта (троллейбусы, трамвай).

1.4. В расчетах плотности жилой застройки учитывается нормативная площадь озеленения на одного жителя.

2. Разработан и утвержден Проект предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями г. Томска.

3. Осуществляется модернизация действующих и строительство новых автомагистралей с учетом потоков автомобилей и пропускной способности магистралей (пр. Комсомольский, Иркутский тракт, ул. Елизаровых и др.).

4. Реализуется Программа по переводу автотранспорта на газомоторное топливо и строительство газозаправочных станций: в 2005 г. на газомоторное топливо переведено 156 автомобилей, в том числе автобусы общественного транспорта, построены две газозаправочные станции.

5. Продолжается строительство новых газопроводов и перевод котельных на природный газ.

6. В г. Томске формируется сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) рекреационного, спортивного, культурного назначения — лесопарки, скверы, бульвары, роши, водоемы, стадионы, детские площадки и др. Общая площадь ООПТ составляет 24 % от площади города.

7. Продолжается развитие инструментального мониторинга качества приземного воздуха: на шести стационарных постах — Томский Росгидрометецентр, на автомагистралях, детских площадках, ОГУ "Облком-природы", на предприятиях — заводские лаборатории. По исследовательским и научно-прикладным проектам осуществляется инструментальный и компьютерный (расчетный) мониторинг атмосферы города научно-образовательными учреждениями — Институтом оптики атмосферы и Институтом мониторинга климатических и экологических систем Томского филиала СО РАН, Томским политехническим университетом, Томским государственным университетом.

Настоящая работа в октябре 2006 г. была представлена на конкурс "Национальная экологическая премия — 2006", учрежденная неправительственным Фондом имени В. И. Вернадского и Комитетом по экологии Государственной Думы РФ в 2003 г., и была признана лучшей (Победитель конкурса "Национальная экологическая премия — 2006") в номинации "Чистый город".

#### Список литературы

1. **Панин В. Ф., Дашковский А. Г., Дашковская А. А., Осипова Н. А., Попов В. А.** Мониторинг и управление качеством приземного воздуха в Российской Федерации и Великобритании / Под ред. В. Ф. Панина, В. А. Попова. — Томск: Дельтаплан, 2003. — 228 с.
2. **Путеводитель** по программе Тасис "Породненные города". Заключительная конференция 5-го раунда, Киев, Украина. — Брюссель: Программа Тасис "Породненные города", Секретариат Программы, 2002. — С. 31.
3. **Панин В. Ф., Попов В. А., Дашковский А. Г., Осипова Н. А.** Мониторинг атмосферного воздуха в Великобритании // Материалы докладов 8 Всероссийской научно-технической конференции "Энергетика: экология, надежность, безопасность". — Томск: Изд-во ТПУ, 2002. Т. 1. — С. 204—208.
4. **Панин В. Ф., Шрамов Д. М.** Система компьютерного мониторинга качества приземного воздуха урбанизированных территорий // Сопряженные задачи механики, информатики, экологии: Материалы Международной конференции. — Томск: Изд-во Том. университета, 2004. — С. 168—170.
5. **Филатов А. Ю., Панин В. Ф.** Компьютерное моделирование процессов рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе // Материалы докладов 11 Всероссийской научно-технической конференции "Энергетика: экология, надежность, безопасность". — Томск: Изд-во ТПУ, 2005. — С. 355—357.
6. **Панин В. Ф., Шрамов Д. М., Филатов А. Ю.** Совершенствование деятельности по охране атмосферного воздуха // Материалы 12 Всеросс. научн.-техн. конф. "Энергетика: экология, надежность, безопасность". — Томск: Изд-во ТПУ, 2006. — С. 327—329.
7. **Шрамов Д. М., Панин В. Ф., Филатов А. Ю.** Основы расчетной модели компьютерного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха для урбанизированных территорий // Там же. — С. 345—348.



УДК 543.3.004.12:005

Ю. А. Дрейлинг, асп. ТГУ, ОГУ "Облкомприрода"

## Сравнительный анализ качества воды реки Оби

*Рассмотрен метод оценки качества воды, основанной на сочетании уровня загрязнения воды и частоты обнаружения загрязняющих веществ.*

Площадь бассейна реки Оби составляет 2990 тыс. км, длина реки от слияния рек Бии и Катунь — 3650 км.

Протяженность реки Оби на территории Томской области — 1169 км. Все остальные реки области являются притоками реки Оби. Среднегодовое стока реки Оби на севере Томской области (у с. Прохоркино) составляет 159,6 км<sup>3</sup>/год. Обь делит Томскую область с юго-востока на северо-запад на две почти равные части. В Томской области сброс сточных вод в водные объекты осуществляют 358 предприятий, для очистки сточных вод используются 79 очистных сооружений. При этом наибольший объем сброса сточных вод приходится на реку Томь в районе г. Томска. Большая часть очистных сооружений (90 %) Томской области в настоящее время не выполняют функций технических сооружений, предназначенных для сбора, очистки и сброса сточных вод в специально отведенных местах в поверхностные водные объекты.

Ежегодно проводится экологический мониторинг состояния рек Томской области, в том числе и реки Оби. Томская СИГЭКиА осуществляет мониторинг состояния воды в реке, анализируя воду по стандартному полному санитарному перечню, в следующих створах: 1) на границе с Новосибирской областью; 2) выше г. Колпашево; 3) ниже г. Колпашево; 4) выше г. Стрежевого; 5) ниже г. Стрежевого, 6) на границе с Тюменской областью.

Для оценки качества воды используется метод, разработанный в Гидрохимическом институте [1], который позволяет проводить однозначную оценку качества воды, основанную на сочетании уровня загрязнения

воды по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения. Суть метода заключается в следующем. Для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышения ПДК —  $K_i$  и повторяемости случаев превышения  $H_i$ , а также общий оценочный балл —  $B_i$ :

$$K_i = C_i / \text{ПДК}_i; H_i = N_{\text{ПДК}_i} / N; B_i = K_i \cdot H_i, \quad (1)$$

где  $C_i$  — концентрация в воде  $i$ -го ингредиента;  $\text{ПДК}_i$  — предельно допустимая концентрация  $i$ -го ингредиента;  $N_{\text{ПДК}}$  — число случаев превышения ПДК;  $N$  — общее число анализов.

По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается класс загрязненности воды (табл. 1).

Ингредиенты, для которых величина общего оценочного балла больше или равна 11, выделяются как лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ). Комбинаторный индекс загрязненности рассчитывается как сумма общих оценочных баллов всех учитываемых ингредиентов.

Для определения суммарного коэффициента загрязнения ГУ "Томский центр гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды" использует лишь пять показателей из общесанитарного перечня: нитриты, нитраты, БПК<sub>5</sub>, фенолы и нефтепродукты, в то время как остальные показатели, имеющие не меньшее значение для составления общей картины экологической обстановки на реке Оби, Томский ЦГМС не учитывает, хотя неучитываемые показатели могут иметь значительное превышение установленного ПДК.

Поэтому были проведены исследования по расширенному перечню, учитывая помимо перечисленных выше такие важные, на наш взгляд, и превышающие

Таблица 1

Классификация загрязненности воды водных объектов

Величина комбинаторного индекса загрязненности воды	Класс загрязненности воды				
	1	2	3	4	5
	Условно чистая	Слабо загрязненная	Загрязненная	Грязная	Очень грязная
При отсутствии ЛПЗ	<1	1...2	2,1...4	4,1...10	>10
1 ЛПЗ	<0,9	0,9...1,8	1,9...3,6	3,7...9,0	>9,0
2 ЛПЗ	<0,8	0,8...1,6	1,7...3,2	3,3...8,0	>8,0
3 ЛПЗ	<0,7	0,7...1,4	1,5...2,8	2,9...7,0	>7,0
4 ЛПЗ	<0,6	0,6...1,2	1,3...2,4	2,5...6,0	>6,0
5 ЛПЗ	0,5	0,5...1,0	1,1...2,0	2,1...5,0	>5,0



установленную ПДК показатели, как ион аммония, фосфаты, анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ).

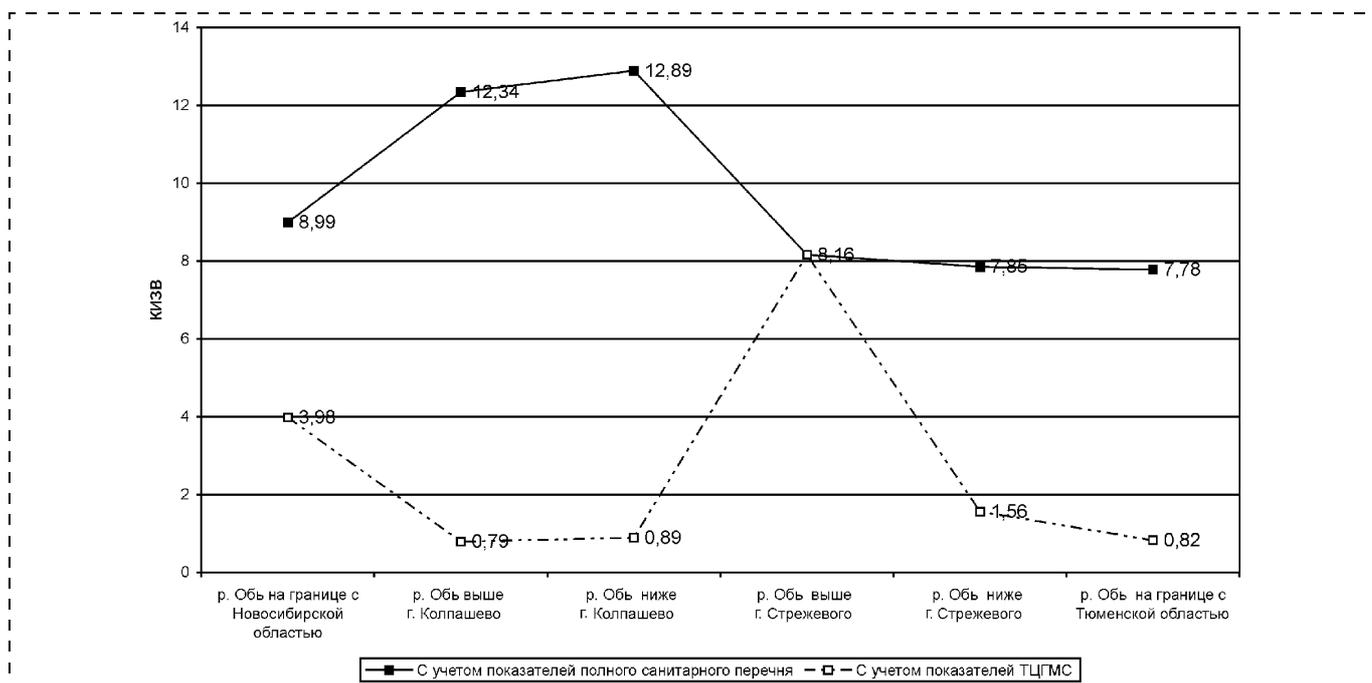
В табл. 2 представлены результаты химических анализов воды реки Оби, взятой в контрольных створах Томской области, а также представлены полученные коэффициенты измерения загрязненности воды (КИЗВ) и определенные с их учетом классы качества

воды с использованием всех показателей полного санитарного перечня и показателей, учитываемых томской Гидрометеослужбой. По результатам исследований класс качества воды отличается почти в каждой точке отбора пробы воды. Отличия в оценке загрязненности воды наглядно приведены на диаграмме (см. рисунок), Установлено, что при учете полного санитарного перечня класс качества воды ниже, чем

Таблица 2

Результаты мониторинга реки Оби за 2006 г. с учетом показателей полного санитарного перечня и перечня Томского ЦГМС

Показатель	ПДК <sub>р.х</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	р. Обь на границе с Новосибирской областью		р. Обь выше г. Колпашево		р. Обь ниже г. Колпашево		р. Обь выше г. Стрежевого		р. Обь ниже г. Стрежевого		р. Обь на границе с Тюменской областью	
		Ср, мг/дм <sup>3</sup>	K <sub>i</sub>	Ср, мг/дм <sup>3</sup>	K <sub>i</sub>	Ср, мг/дм <sup>3</sup>	K <sub>i</sub>	Ср, мг/дм <sup>3</sup>	K <sub>i</sub>	Ср, мг/дм <sup>3</sup>	K <sub>i</sub>	Ср, мг/дм <sup>3</sup>	K <sub>i</sub>
Прозрачность в см		16						17		16,6		17,5	
Окраска		б/цв.		б/цв.		б/цв.		св.ж		св.ж		св.ж	
Запах		Нет		Нет		Нет		Нет		Нет		Нет	
Взвешенные в-ва		4,7		5,33		8,07		6,25		6		10,9	
Сухой остаток	1000	143	0,14	140,7	0,14	131,7	0,14	128,5	0,13	135,7	0,135	123,4	0,12
Сульфаты	100	< 10,0		<10,0		<10,0		<10,0		<10,0		<10,0	
Водородный показатель, ед PH	6,5...8,5	7,05	0,83	7,93	0,93	8,1	0,95	6,86	0,81	6,88	0,81	6,89	0,81
Щелочность, ммоль/дм <sup>3</sup>		5,85											
Ион аммония	0,5	0,09	0,18	0,32	0,64	0,33	0,66	0,272	0,54	0,301	0,6	0,4	0,8
Азот аммонийный													
<b>Нитриты</b>	0,08	0,093	1,16	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		0,007	
Азот нитритный													
<b>Нитраты</b>	40	<0,1		0,33	0,008	0,43	0,012	0,141	0,003	0,23	0,006	0,386	0,01
Азот нитратный													
Хлориды	300	<10,0		<10,0		<10,0		<10,0		<10,0		<10,0	
Фосфаты	0,05	<0,05		0,13	2,6	0,13	2,6	0,204	4,08	0,198	3,95	0,223	4,46
Фосфор фосфатный													
ХПК		23,5		7,79		10,68		9,5		8,8		17,64	
БПК <sub>5</sub>		5,5		3,1		3,52		1,9		2,16		2,29	
БПК полное	4	7,32	1,83	4,12	1,11	4,68	1,32	2,53	0,63	2,87	0,71	3,05	0,76
Железо общее	0,1	0,6	6	0,86	8,63	0,9	8,97	0,3	3	0,39	3,9	0,332	3,32
<b>Фенолы</b>	0,001	0,0009	0,9	<0,002		<0,002		<0,001		<0,001		<0,001	
<b>Нефтепродукты</b>	0,05	0,027	0,54	<0,3		<0,3		0,054	1,08	0,029	0,58	0,012	0,24
АПАВ	0,5	0,202	0,4	0,022	0,044	0,014	0,028	<0,015		<0,015		<0,015	
Фториды	0,75	<1,0											
КИЗВ по полному перечню		8,99		12,34		12,89		8,16		7,85		7,78	
Класс качества воды по полному перечню		IV — грязная		V — очень грязная		V — очень грязная		IV — грязная		IV — грязная		IV — грязная	
КИЗВ по перечню ТЦГМС		3,98		0,79		0,89		8,16		1,56		0,82	
Класс качества воды по перечню ТЦГМС		III — загрязненная		I — условно чистая		I — условно чистая		IV — грязная		II — слабо загрязненная		I — условно чистая	



Результаты мониторинга реки Оби за 2006 г.

при учете перечня Томского ЦГМС. В результате, полученный класс качества воды фактически отличается на каждой точке отбора пробы воды. Вода реки Оби при входе в Томскую область имеет показатель загрязнения 8,99, что соответствует 4-му (грязная) классу загрязнения воды. Далее при прохождении г. Колпашево вода еще более загрязняется и достигает максимальной отметки 12,89, соответствующей 5-му (очень грязная) классу загрязнения. На участке от г. Колпашево до границы с Тюменской областью происходит постепенное самоочищение воды и вода "выходит" с территории Томской области более чистой, чем "входит", т. е. самоочищающая способность реки Оби достаточна для приема антропогенной нагрузки, поступающей с территории Томской области.

По данным статотчетности [2] за 2006 г., сброшено сточной воды в природные водные объекты: г. Томск — 76,25 млн м<sup>3</sup>, г. Стрежевой — 6,40 млн м<sup>3</sup>, г. Колпашево — 0,81 млн м<sup>3</sup>; сброс загрязняющих веществ в объеме сточных вод в черте г. Томска в 2006 г. составил 54 165,8 т, г. Стрежевого — 3052,4 т, г. Колпашево — 528,3 т, включая производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Эти сточные воды поступают, в конечном счете, в реку Обь.

Всего за 2006 г. в поверхностные водные объекты по всей Томской области было сброшено 547,01 млн м<sup>3</sup> сточных вод, из них непосредственно в Обь — 89,24 млн м<sup>3</sup>. В структуре сточных вод преобладают нормативно-чистые и нормативно-очищенные воды.

С недостаточно очищенными и неочищенными сточными водами в природные водные объекты Томской области поступает значительное количество за-

грязняющих веществ, среди которых преобладают неорганические соли. В меньших, но все-таки значительных количествах в реки, озера и болота сбрасываются взвешенные вещества и органические соединения. В структуре отдельно идентифицируемых веществ, как и в предыдущие годы, преобладают сульфаты, хлориды, магний, кальций, нитраты, азот аммонийный, железо и некоторые другие вещества [2].

В соответствии с полученными данными и рассмотренными выше причинами автор считает целесообразным и более эффективным для правильной оценки современной картины загрязнения водных объектов учитывать такие важные показатели качества воды, как фосфаты, ион аммония, анионные поверхностно-активные вещества. Эти показатели, по результатам исследований часто превышают установленные ПДК для природных водоемов и являются важными индикаторами современного антропогенного влияния на природные объекты.

#### Список литературы

1. РД 52.24.643—2002. Руководящий документ. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям.
2. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2006 году / Под ред. А. М. Адам, редкол.: О. Г. Нехорошев, Д. В. Волостнов. Департамент природн. ресурсов и охраны окружающей среды, ОГУ "Облкомприрода" Администрации Томской обл. — Томск: Графика, 2006.

УДК 621.928.93

**М. В. Василевский**, канд. техн. наук, доц.,  
**Е. Г. Зыков**, канд. техн. наук, **А. С. Разва**, инж.,  
Томский политехнический университет

## Обеспыливание воздуха циклонными аппаратами в пневмотранспортных установках

*Рассмотрены технические решения, связанные с обеспыливанием воздуха в системах пневмотранспорта с применением циклонных аппаратов. Проанализирована работа пылеуловителей систем пневмотранспорта цемента и гранулированного полиэтилена. Приведены гидродинамические режимы пневмотранспортных систем, а также характеристики дисперсной фазы, влияющие на работу циклонного аппарата. Даны примеры управления потоками, повышающие эффективность обеспыливания воздуха и изменения свойств дисперсной фазы для стабилизации работы циклона в области высоких эффективностей.*

Транспортировка, складирование, переработка дисперсных материалов являются важнейшими операциями во многих технологиях различных производств. Снижение их стоимости, трудоемкости, уменьшение потерь материалов достигается при использовании пневмотранспортных установок. Существуют разные виды пневмотранспорта: взвесью, плотным слоем, так называемыми поршнями (пробками) [1, 2].

1. **Пневмотранспорт цемента** используется почти на всех предприятиях строительной промышленности: цементные заводы, заводы по производству железобетонных изделий (ЖБИ) и конструкций (ЖБК).

На рис. 1. представлена схема пневмотранспортной установки, включающая нагнетательную линию, прием-

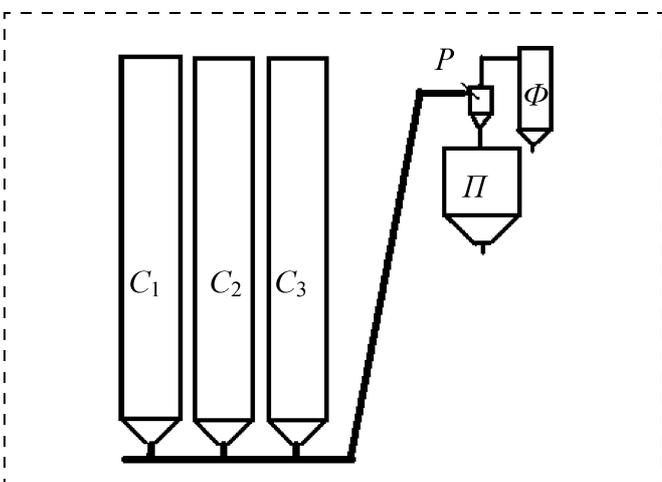


Рис. 1. Схема пневмотранспорта цемента

ный узел, состоящий из разгрузителя  $P$ , приемника цемента  $\Pi$ , фильтра  $\Phi$ .

В приемнике  $\Pi$  транспортирующий поток освобождается от материала и направляется на доочистку. Для окончательной очистки чаще всего используют фильтры. Однако применяемые фильтры ненадежны: либо разрываются, либо забиваются и создают большое противодавление в системе, нарушающее работу транспортной линии. Причиной этого являются как среднесуточные колебания температуры, так и переменная влажность материала и воздуха.

С целью проектирования более надежной системы обеспыливания воздуха было проведено обследование приемного узла цемента пневмотранспортной линии бетоносмесительной установки Томского завода по производству железобетонных изделий.

На заводах ЖБК и ЖБИ отработана схема устойчивой транспортировки и выделения цемента из потока, в которой часть потока из разгрузителя  $P$  проходит в приемник  $\Pi$ , в этом случае цемент не задерживается в разгрузителе. В исследованном приемном узле имелись два патрубка вывода отработанного воздуха (из верхней части разгрузителя диаметром  $d = 70$  мм и из приемника диаметром  $d = 120$  мм), запыленный воздух из которых поступал в атмосферу.

Пневмотранспорт цемента из силосов  $C$  имеет особенности транспортирования, зависящие от заполнения им силоса. При заполнении силоса цементом в количестве, превышающем 10 % его объема, материал в транспортном трубопроводе движется поршнями (пробками) и средняя концентрация частиц в воздухе составляет более 20 кг/кг воздуха (рабочий режим транспортирования цемента). При этом во время поступления поршня количество входящего воздуха минимально, а в промежутках между поршнями — максимально. Содержащиеся в воздухе частицы в основном имеют размер менее 1 мкм. При заполнении силоса менее чем на 10 % его объема, материал в транспортном трубопроводе движется в виде взвеси (аэрозольный режим) с повышенным расходом воздуха. Пыль в потоках на выходе из разгрузителя и приемника имеет фракционный состав, близкий к исходному материалу.

Визуальные наблюдения показали, что при рабочих режимах транспортирования (поршневой режим) потоки с пылью из патрубков выходят периодически с невысокой концентрацией частиц. Перерывы между выбросами составляли 5...15 с. Длительность выбросов также находилась в этих пределах. В редких случаях наблюдались

более продолжительные выбросы с более высокой концентрацией частиц. Длительность выбросов резко возрастала при переполнении приемника. Производительность пневмотранспортной линии колеблется в пределах 10...20 т/ч (2800...5600 г/с). В период опорожнения силосов расход воздуха увеличивается, и транспортировка цемента происходит в аэрозольном режиме.

С целью выяснения аэродинамических характеристик существующей системы пневмотранспорта были проведены замеры давлений в разгрузителе и приемнике, а также проведен отбор проб с использованием циклона  $d = 90$  мм и рукавного фильтра после него. Пыль собиралась в стеклянный приемник под циклоном и в рукавном фильтре. Давления в разгрузителе и приемнике колебались в пределах 20...120 мм вод. ст. Расход воздуха через циклон определялся по его гидравлическому сопротивлению и давлению на входе. Кроме того, взвешивалась пыль в приемнике циклона и определялся привес рукавного фильтра, а также проводился микроскопический анализ уловленной пыли.

Исходный материал — цемент марки М 400 со следующими характеристиками: медианный диаметр частиц  $\delta_m = 20...23$  мкм, дисперсия  $\sigma = 3$  [1, 2]. Такой цемент в коническом циклоне диаметром 300 мм в стационарных условиях улавливается с эффективностью 96,5...97,5 %. Циклон диаметром  $d = 90$  мм должен был иметь еще более высокую эффективность. Однако при отборе проб обнаружилось, что его эффективность не превышает 40 %. Микроскопический анализ уловленной пыли показал, что диаметр частиц не превышает 1 мкм. Поскольку содержание частиц менее 1 мкм в исходном цементе составляет менее 0,5 %, можно сделать вывод: в циклон поступала пыль после ее вторичного образования в разгрузителе или приемнике, а на вход в разгрузитель поступали поршни из частиц, что характерно для поршневого режима [3].

Наблюдения за работой пневмотранспортной линии показали, что цемент движется поршнями, причем длина поршня составляет 5...20 м и на вход в разгрузитель поступают поршни весом 50...200 кг, т. е. реализуется беспылевой транспорт. Однако в момент переполнения приемника выброс увеличивается в сотни и тысячи раз. Повышенный выброс также происходит в случае нарушения поршневого режима, когда реализуется аэрозольный режим с повышенным расходом воздуха.

В период обследования системы пневмотранспорта фильтры находились в разрушенном состоянии. В связи с этим было необходимо создать пылеуловитель, который не оказывал бы запирающего действия на пневмотранспортную линию и обладал достаточной эффективностью обеспыливания воздуха.

Поэтому было решено выполнить пылеуловитель, который будет представлять собой систему воздухоочистки с комбинацией циклонов и фильтрующих приемников с элементами для регулировки потоков [3]. Схема такой воздухоочистной установки представлена на рис. 2.

За основу воздухоочистителя была принята аэродинамическая схема циклона, которая была отработана в суб-

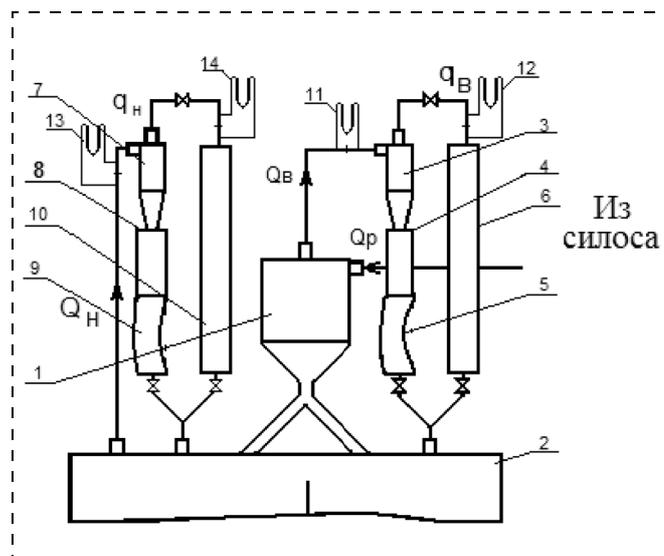


Рис. 2. Схема воздухоочистной установки

лимантом производстве СХК, г. Северск, и на основе которой были выполнены реконструкции с заменой металлокерамических фильтров на циклоны [4].

Принцип работы установки следующий. Запыленный воздух из силоса в количестве  $Q_p$  поступает в разгрузитель 1, где происходит разгрузка потока от основной массы частиц. Воздух из разгрузителя 1 в количестве  $Q_H$  с высокой концентрацией частиц проходит в приемник 2, где освобождается от стусков частиц, и далее в циклон 7. Из циклона 7 воздух с меньшим содержанием частиц в количестве  $q_H$  выводится в рукавный фильтр 10, а воздух с повышенной концентрацией частиц через успокоитель потока 8 поступает в фильтрующий приемник 9. Воздух из разгрузителя 1 с меньшей концентрацией частиц в количестве  $Q_B$  проходит в циклон 3 и далее разделяется на два потока: поток с меньшей концентрацией частиц в количестве  $q_B$  направляется на фильтрацию в рукавный фильтр 6, а другой поток через успокоитель потока 4 поступает в фильтрующий приемник 5. При определенном соотношении потоков процесс транспортировки материала и очистки воздуха проходит стабильно и эффективно: зависания материала в разгрузителе не наблюдается, сопротивление системы очистки возрастает незначительно; вынос пыли в фильтры 6 и 10 составляет менее 0,003 % от количества пыли, поступившей в разгрузитель.

Циклоны 3, 7 соединены с фильтрующими приемниками, у которых фильтрующая поверхность составляла более  $6 \text{ м}^2$ , т. е. соответствовала нормальной фильтрации всего воздуха, поступающего в систему. Вместимость приемников позволяла накапливать в них цемент в количестве 1,4 т (1400 кг). Для быстрой наладки применялись расходомеры 11–14.

Если режим отклоняется от поршневого и в циклоны поступает пыль, близкая по фракционному составу к исходной, то она собирается в приемниках. В этом случае расход запыленного воздуха приближается к максималь-



ному значению и заслонки верхнего вывода воздуха из циклонов открыты.

В закрытом положении верхних циклонных заслонок (при минимальном расходе воздуха) работа системы осуществляется пропуском отработанного воздуха в фильтрующую приемники. В этом случае фильтры приемника работают в облегченных условиях, поскольку в них поступает пыль из циклонов в виде жгутов. Регенерация фильтров осуществляется один раз в смену после заправки цемента в приемник. Однако для предотвращения разрыва ткани фильтрующего приемника подбирается режим, при котором заслонки верхнего вывода воздуха из циклонов приоткрыты для вывода избытка воздуха в атмосферу.

Выброс цементной пыли, проведенный инструментальным путем, составил около 0,5 г/с при производительности системы пневмотранспорта по цементу 15 т/ч (4167 г/с) и расходе воздуха 600...1500 м<sup>3</sup>/ч. Столь незначительная величина выброса позволила отказаться от рукавных фильтров 6, 10, стабилизировать работу пневмотранспорта, обеспечить устойчивую, высокую эффективность системы воздухоочистки (99,99 %) независимо от режима транспортирования материала.

**2. Пневмотранспортные установки гранулированных материалов** являются основным элементом технологии конфекционирования (предпродажной подготовки) полимерных материалов. При транспортировании этих материалов образуются примеси в виде стружки, волокон, пыли, которые ухудшают качество товарного продукта. Гранулированный полиэтилен в процессе транспортирования или перемешивания может приобрести электрический заряд, адсорбировать на поверхности пыль. Силы прилипания мелких частиц зависят от их размеров, влажности воздуха, степени электризации. Силы прилипания растут с увеличением времени контакта и зависят от площади контакта, которая в свою очередь зависит от размера и формы частиц.

Эффект отрыва частиц с поверхности гранул зависит от режима обтекания гранул воздушным потоком, размера и формы частиц. При обтекании слоя прилипших частиц может происходить удаление верхних частиц слоя, а при значительных инерционных силах, действующих на гранулу, и отрыв всего слоя.

Эффективность выделения частиц из воздушного потока зависит от размеров, формы, плотности частиц. При малых скоростях движения частиц относительно несущей среды, при которых имеет место вязкое обтекание, частицы могут ориентироваться любым образом по отношению к направлению своего движения. Если достигается критическое значение режима обтекания, когда начинается турбулизация обтекающего частицу потока, характер движения меняется. Вытянутые частицы стремятся принять такое положение, при котором сопротивление среды было бы максимальным для пластинок, чешуек и т. п. Это будет то положение, в котором их более развитые грани и более длинные ребра расположены перпендикулярно направлению движения.

Сопротивление частиц неправильной формы при движении их относительно несущего потока зависит от размеров, формы, режима обтекания несущей средой. Для лентообразных чешуйчатых частиц коэффициент формы во много раз больше единицы. Особенно малой подвижностью обладают вытянутые частицы. Такие частицы имеют развитую поверхность, склонны к налипанию и образованию агломератов.

Особенность поведения таких частиц, отличающихся от шарообразной формы, определяет конструктивные особенности аппаратов для отделения частиц от несущей среды. Например, в центробежных циклонных пылеотделителях поведение частиц носит случайный характер, так как из-за больших градиентов скоростей в пристеночной зоне несущего потока частицы деформируются, сворачиваются в жгуты и, взаимодействуя между собой, образуют скопления, приводящие к забивке разгрузочных устройств и пылевыводных отверстий.

В известной схеме пневмотранспорта гранулята полиэтилена запыленный воздух нагнетается в циклоны с последующей доочисткой в рукавном фильтре (рис. 3).

Пыль полиэтилена осаждается на внешней поверхности рукавов. Периодически вовнутрь рукавов подается импульс продувочного сжатого воздуха, вызывая вибрацию рукавов. При этом пыль стряхивается с ткани рукавов и собирается в пылеприемном бункере фильтра. Анализ работы этой установки показал, что из-за запыления смеси в циклоне она выносится в фильтр, приводя к его забиванию, создавая большое противодействие в системе. Установка неустойчива в работе, требует ручного обслуживания, повышенных трудозатрат.

Поэтому был предложен метод очистки воздуха от наэлектризованной примеси, обладающий лучшими эксплуатационными характеристиками. Схема сепарации

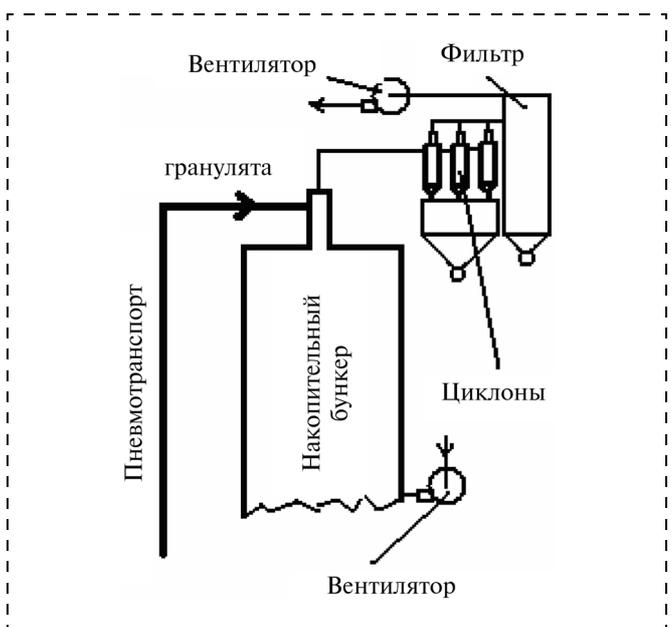


Рис. 3. Схема пневмотранспорта гранулята полиэтилена





УДК 543

**М. Э. Гусельников**, канд. техн. наук, доц., **Ю. В. Кротова**, асп.,  
Томский политехнический университет

## Разработка полупроводникового газоанализатора

*Показана необходимость в измерении концентраций газов многокомпонентной газовой смеси с точно неустановленным заранее составом. Приведены результаты исследований, проводимых в Томском политехническом университете по разработке прибора для одновременного измерения концентрации нескольких газов при помощи одного датчика.*

Большинство методов анализа состава воздуха являются косвенными, основанными на измерении количественных характеристик какого-либо присущего только определяемому вредному веществу свойства воздушной газовой смеси. В реальности это условие не всегда выполняется. Например, газоанализатор с электрохимическим сенсором сероводорода чувствителен к диоксиду серы, а метод масс-спектропии не позволяет различать газы  $\text{CO}$  и  $\text{N}_2$ , которые имеют идентичную атомную массу. Поэтому при неизвестном компонентном составе анализируемого воздуха возникают методические погрешности, и достоверность измерений нарушается. Для снижения этих погрешностей необходима априорная информация о наименовании газовых компонентов, входящих в анализируемую смесь. Однако при возгораниях, взрывах и прочих чрезвычайных ситуациях на складах, полигонах токсичных отходов, а также в случае производственных аварий состав выбрасываемых в воздушную среду вредных веществ разнообразен и трудно предсказуем.

В качестве примера можно привести пожар 2003 г. на полигоне токсичных отходов Томского нефтехимического комбината. При выборе приборов и методов анализа загрязнения окружающей воздушной среды возникла проблема с определением наименований образовавшихся вредных веществ.

Обычно в таких ситуациях для определения концентрации каждого из предполагаемых загрязнителей одновременно применяют несколько методов анализа газовых смесей, например, хроматографию и спектрофотометрию. Идентичность результатов измерения концентрации гарантирует высокую вероятность корректности полученной информации. При этом для анализа состава сложных газовых смесей используют методы измерения, при которых выходным сигналом датчика является сигнал не с фиксированным значением измеряемой величины, а сигнал, являющийся функцией какого-либо параметра. При хроматографии регистрируется зависимость выходного сигнала от времени задержки компонента газовой смеси сорбентом, при масс-спектропии — зависимость сигнала от удельного заряда ионизированных компонентов смеси, при спектральных методах — зависимость сигнала от частоты зондирующего излучения. В перечисленных методах анализа состава газовых смесей выходной сигнал датчика является не фиксированной величиной, а функцией времени, поэтому он несет повышенный объем информации, и обработка сигнала позволяет

определить концентрацию не одного, а нескольких компонентов газовой смеси.

В Томском политехническом университете на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности с 80-х годов прошлого века проводились исследования и разрабатывались газоанализаторы со спектрофотометрическим принципом действия. Итогом исследований явились работы по созданию газоанализатора, предназначенного для анализа сложных газовых смесей неизвестного компонентного состава [1, 2]. Основным недостатком разработанного прибора является повышенная сложность и дороговизна используемого в нем датчика. Поэтому разработка не нашла широкого коммерческого применения.

Проведенные Томским ЦНТИ патентный и коммерческий обзоры показали, что наибольшим успехом пользуются газоанализаторы с электрохимическим принципом действия, термохимическими и полупроводниковыми датчиками. Главное достоинство электрохимических газоанализаторов — простота конструкции и относительно невысокая стоимость. К недостаткам таких приборов относятся: ограниченный срок работы из-за наличия в датчиках расходуемых химических реагентов и зависимость выходного сигнала датчика от условий внешней среды, в том числе и от наличия в анализируемой смеси некоторых газов, не подлежащих измерению. Область применения термохимических газоанализаторов ограничена измерением концентрации горючих газов. Вышеуказанные недостатки ограничивают возможность применения электрохимических и термохимических газоанализаторов для анализа сложных газовых смесей неизвестного компонентного состава.

Полупроводниковые газовые датчики благодаря невысокой стоимости и высокой технологичности их производства перспективны для использования в приборостроении. Они широко распространены в газоаналитической аппаратуре импортного (прежде всего японского и германского) производства. В разработках российской промышленности полупроводниковые датчики используются недостаточно. Вместе с тем в Томской области ведутся интенсивные разработки полупроводниковых газовых датчиков и идут работы по организации их серийного производства. Поэтому представляется актуальной проводимая авторами работа по созданию газоанализаторов с полупроводниковыми датчиками.

Полупроводниковые газовые датчики выпускаются в виде интегральных схем [3]. Рассмотрим принцип действия простейшего газоанализатора на базе полупроводникового датчика. Полупроводниковый газоанализатор изображен на рис. 1. Он состоит из керамической трубки  $T$ , способной выдерживать нагрев до 100... 500 °С. Изнутри трубка нагревается электрическим током от источника напряжения  $U$ , проходящим по тонкой проволоке нагревателя с сопротивлением  $R_H$ . Температура нагрева датчика регулируется резистором  $R_p$ . Снаружи трубки находятся два электрода  $\mathcal{E}$ , между которыми на-

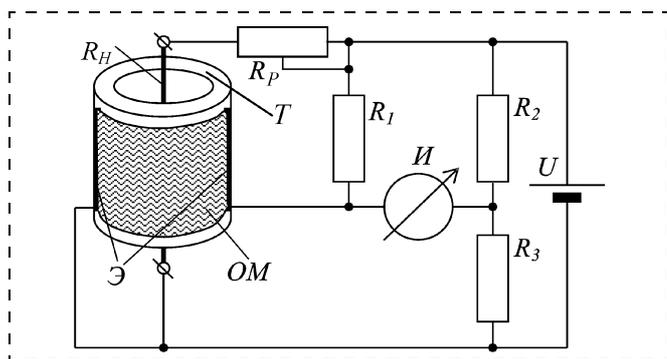


Рис. 1. Схема простейшего газоанализатора

носится полупроводящий оксид металла  $ОМ$  с сопротивлением  $R_{ОМ}$ . Если газ находится над слоем оксида металла, то проводимость этого слоя меняется. Мостовой измерительной схемой  $R_1, R_2, R_3, R_{ОМ}$  изменение проводимости преобразуется в изменение напряжения, которое отображается индикатором  $И$ .

Полупроводниковые датчики изготавливаются из диоксида олова  $SnO_2$  с различными легирующими добавками. Выходным параметром датчика является изменение его сопротивления  $R_{ОМ}$  электрическому току. Подбором легирующей добавки и рабочей температуры чувствительность датчика можно увеличивать к одним газам и снижать к другим. Например, оптимальная чувствительность датчика для оксида углерода  $CO$  достигается при  $370^\circ C$ , а для метана  $CH_4$  — при температуре  $500^\circ C$ . Графики зависимости чувствительности  $S$  датчика к присутствию оксида углерода  $CO$  ( $S_{CO}$ ) и метана  $CH_4$  ( $S_{CH_4}$ ) от температуры  $T$  датчика приведены на рис. 2.

Учитывая линейность зависимости изменения сопротивления  $r_{ОМ}$  полупроводникового датчика от малых концентраций  $C_j$  анализируемых газов, ее можно описать выражением

$$R_{ОМ} = R_0 [1 - C_{CH_4} \cdot S_{CH_4}(T) - C_{CO} \cdot S_{CO}(T)], \quad (1)$$

где  $R_0$  — сопротивление полупроводникового датчика при нулевых концентрациях оксида углерода  $C_{CO}$  и метана  $C_{CH_4}$ ;  $T$  — температура датчика.

Зависимость выходного сигнала  $U_B$  на индикаторе  $И$  схемы на рис. 1 при малых значениях  $C_{CH_4}$  и  $C_{CO}$  также

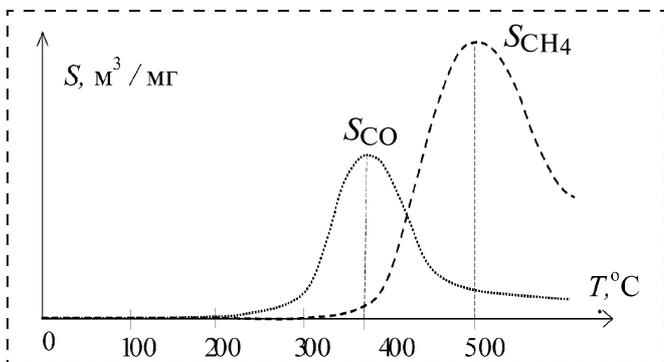


Рис. 2. Графики зависимости чувствительности датчика к присутствию оксида углерода  $CO$  ( $S_{CO}$ ) и метана  $CH_4$  ( $S_{CH_4}$ ) от температуры  $T$

будет линейной. В случае  $n$  газов зависимость выражается как:

$$U_B(T) = K \sum_{j=1}^n [C_j \cdot S_j(T)], \quad (2)$$

где  $K$  — обобщающий коэффициент, который учитывает коэффициенты преобразования сигнала датчика элементами схемы газоанализатора.

В газоанализаторе с одним датчиком для измерения концентрации нескольких газов предлагается на нагреватель с электрическим сопротивлением  $R_H$  подавать импульсное напряжение с амплитудой, скважностью и частотой, которые обеспечивают изменение температуры  $T$  чувствительного слоя из полупроводящего оксида металла в диапазоне  $370...500^\circ C$  по закону косинуса в соответствии с выражением:

$$T = T_0 + \Delta T(1 + \cos \omega t), \quad (3)$$

где  $T_0 = 370^\circ C$  — минимальная температура чувствительного слоя датчика;  $\Delta T = 65^\circ C$  — амплитуда изменения температуры;  $\omega$  — частота изменения температуры, которая должна соответствовать скорости нагрева и остывания датчика, поэтому не может превышать сотых долей Гц;  $t$  — время.

При модуляции температуры чувствительного слоя датчика по закону косинуса (3) его выходной сигнал  $U_B(T)$  в отличие от традиционных схем газоанализаторов с полупроводниковыми датчиками является периодической функцией и поэтому обладает повышенной информативностью. Для снижения уровня случайных шумов с нулевым математическим ожиданием, а также для получения дополнительных результатов измерения предлагается к сигналу  $U_B(T)$  применить операцию преобразования Фурье. В этом случае разложение периодического сигнала  $U_B(T)$  в ряд будет содержать только косинусные составляющие, а амплитуда  $i$ -й гармоники  $U_{B_i}(T)$  сигнала  $U_B(T)$  будет описываться выражением:

$$U_{B_i}(T) = \frac{1}{T_{\Pi}} \int_0^{t_{\Pi}} K \cdot \sum_{j=1}^n [C_j \cdot S_j(T) \cdot \cos(i\omega t)] dt = \frac{1}{T_{\Pi}} K \sum_{j=1}^n C_j \int_0^{t_{\Pi}} S_j(T) \cdot \cos(i\omega t) dt = \sum_{j=1}^n C_j B_{ij}, \quad (4)$$

где  $t_{\Pi}$  — период времени изменения температуры  $T$ ;  $B_{ij}$  — константы, которые можно вычислить по формуле (4), либо определить экспериментально путем последовательности измерений амплитуды  $i$ -х гармоник  $U_{B_i}(T)$  при анализе газовых смесей, содержащих один измеряемый газ известной концентрации  $C_j$ .

Измерив  $n$  гармонических составляющих сигнала (4), можно вычислить концентрации компонентов анализируемой газовой смеси:

$$C_j = \sum_{i=1}^n B_{ji}^{-1} U_i = \frac{1}{T} \int_0^{T_{\Pi}} U_B(t) \sum_{i=1}^n [B_{ji}^{-1} \cos(i\omega t)] dt, \quad (5)$$

где  $B_{ji}^{-1}$  — элементы матрицы, обратной матрице элементов  $B_{ij}$ .

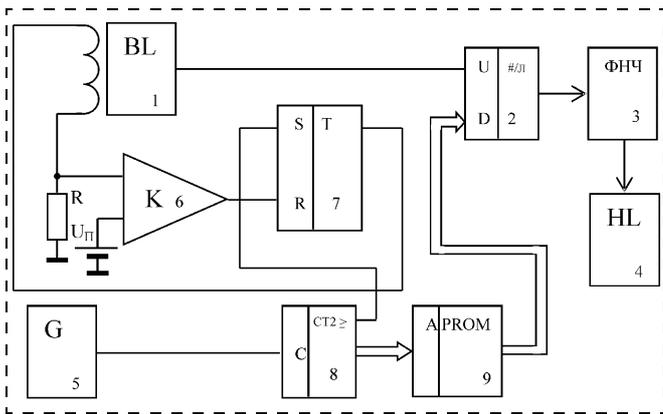


Рис. 3. Электронный блок газоанализатора

Выражение (5) описывает алгоритм синхронного детектирования.

Схема электронного блока газоанализатора на базе полупроводникового датчика, реализующая алгоритм (5), приведена на рис. 3. Работой прибора управляет генератор электрических импульсов  $G$  (5), импульсы с которого поступают на счетчик  $CT2$  (8), формирующий последовательность двоичных кодов. При нулевом выходном коде счетчик устанавливает в единичное состояние выходной сигнал триггера  $T$  (7). Спираль нагревает полупроводниковый датчик  $BL$  (1). При нагреве спирали ее сопротивление электрическому току увеличивается, напряжение на резисторе  $R$  становится меньше  $U_{П}$ , срабатывает компаратор  $K$  (6), сбрасывающий триггер  $T$  (7). Нагрев спирали прекращается. Температура датчика начинает снижаться.

Последовательность двоичных кодов с выхода счетчика  $8$  поступает на вход постоянного запоминающего устройства  $PROM$  (9) в котором записаны коды значений

функции  $\sum_{i=1}^n B_{ji}^{-1} \cos(i\omega t)$ . С выхода постоянного запоми-

нающего устройства эти коды поступают на вход цифроаналогового преобразователя 2, вход опорного сигнала которого соединен с выходом мостовой схемы полупроводникового датчика  $BL$ . Выходной сигнал цифроаналогового преобразователя пропорционален произведению входного кода на сигнал с выхода датчика. Интегрирование полученного произведения осуществляется интегри-

рующим звеном  $ФНЧ$  (3), а результат, пропорциональный искомой концентрации определяемого компонента и описываемый формулой (5), выводится на индикатор  $HL$  (4).

При сравнительной проверке преимуществ предложенной схемы сначала был проведен теоретический расчет показаний традиционных схем газоанализаторов с полупроводниковыми датчиками, обладающими характеристиками, представленными на рис. 2. Результаты расчета представлены в колонках 7 и 8 таблицы. Выделенные полужирным шрифтом значения концентраций газов получены пересчетом единиц измерения концентраций поверочных газовых смесей. Поэтому при расчете погрешностей измерительных приборов они приняты за эталонные значения.

Экспериментальная проверка предложенной схемы проводилась с использованием полупроводникового датчика газоанализатора метана ТМ-МЕТЕ (производитель ООО "ИНТЭС", Санкт-Петербург) путем измерения концентраций газов в поверочных смесях газоанализатором метана ТМ-МЕТЕ (колонка 6 таблицы), затем датчик этого газоанализатора подключался к схеме рис. 3. Результаты экспериментальных замеров концентраций предложенной схемы газоанализатора представлены в колонках 4 и 5 таблицы.

Анализ данных таблицы показывает, что для газоанализатора ТМ-МЕТЕ относительная погрешность измерений, вызванная присутствием в анализируемой газовой смеси оксида углерода, согласно теоретическим расчетам составляет 16,7 %, а по результатам испытаний этого газоанализатора — 17 %. Аналогичная погрешность, полученная при испытаниях предложенной схемы, составляет 3,9 %.

Снижение влияния метана на результат измерений концентрации оксида углерода из-за отсутствия газоанализатора оксида углерода оценивалось в сравнении с расчетными характеристиками газоанализатора с принципом действия, аналогичным ТМ-МЕТЕ. Такое допущение авторы считают правомерным, так как расхождение в полученных теоретических и экспериментальных значениях погрешности для газоанализатора ТМ-МЕТЕ практически отсутствуют. Относительная погрешность измерений, вызываемая присутствием в анализируемой газовой смеси метана, составляет для прототипа 5 %, а для предложенной схемы — 0,9 %.

Таким образом, предложенная схема позволяет снизить влияние оксида углерода на результаты измерения концентрации метана в 4,3 раза, а влияние метана на результаты измерения концентрации оксида углерода в 5,5 раза, что подтверждает эффективность предложенных технических решений.

#### Список литературы

1. Гусельников М. Э., Булгаков А. Б., Извков В. Н. Определение методической погрешности ИК газоанализатора // Современное состояние аналитического приборостроения в области анализа газовых сред и радиоспектроскопии: Тез. докл. Всесоюзной конф. — Смоленск, 1991.
2. Guselnikov M. E. Infrared Infrared spectral analysis applied to the control of atmospheric pollutants // Proceedings of 8-th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology Korus 2004. Russia. Tomsk. June 26—July 3. В. 1. — Tomsk: Publishing house "Ivan Fedorov", 2004.
3. Виглеб Г. Датчики. М.: Мир, 1989. — 196 с.

## Усовершенствование технологии обезвреживания, измельчения и классификации сульфаткальциевых отходов СХК

*Приведен способ переработки твердых отходов фторводородного производства Сибирского химического комбината с целью их применения в строительной промышленности, что позволит повысить экологическую безопасность предприятия, а производство фторводорода перевести в разряд малоотходных.*

В Томской области одной из экологических проблем являются сульфаткальциевые отходы (фторангидрит) фтороводородного производства Сибирского химического комбината (СХК), включающие фторводород и серную кислоту. Решением данной экологической проблемы является разработка технологий по переработке и утилизации сульфаткальциевых отходов в строительной промышленности.

С целью использования сульфаткальциевых отходов СХК в качестве заменителя традиционных строительных материалов: извести (пластификатор), цементного или гипсового вяжущего, мела и доломита (пигмент) ранее в Томском политехническом университете была разработана и в промышленных условиях испытана технология унификации фторангидрита, включающая в себя обезвреживание (нейтрализацию серной кислоты и фторводорода) измельчение и классификацию получаемого материала, который затем может быть использован по нескольким направлениям получения строительных материалов и изделий с заданными свойствами. Разработанная технология способствует повышению экологической устойчивости и технологической безопасности фтороводородного производства СХК за счет последующей утилизации обезвреженных отходов в строительной промышленности. Но довольно значительная энергоемкость данного технологического решения снизила в целом рентабельность производства и ценовую привлекательность выпускаемой продукции.

С целью сохранения стабильности свойств сульфаткальциевых отходов СХК, повышения рентабельности производства, увеличения конкурентоспособности выпускаемой строительной продукции, а в конечном итоге — с целью создания практически безотходного фтороводородного производства СХК, в котором образуются вышеназванные отходы, было проведено усовершенствование технологии унификации фторангидрита.

Для достижения цели была поставлена и решена задача, заключающаяся в изменении последовательности операций процесса унификации фторангидрита.

Образующийся при разложении плавикового шпата серной кислотой фторангидрит СХК представляет собой гранулообразный материал с размерами гранул и частиц от нескольких микрометров до десятков миллиметров, содержащий серную кислоту в количестве от 1 до 10 % масс и более. В связи с этим технология унификации фторангидрита содержит стадии обезвреживания исходного материала за счет реакции нейтрализации щелоче-содержащим реагентом (в данном случае карбидным илом — твердым отходом карбидного ацетиленового производства) и измельчения до размера гранул, не превышающим 1,25 мм в соответствии с ГОСТ 5802—86.

Разработанная в Томском политехническом университете технологическая схема унификации фторангидрита СХК представлена на рис. 1. Поставляемый с Сибирского химического комбината фторангидрит разгружают в приемный бункер 1. С помощью дозирующего устройства 2 и скребково-ковшового транспортера 3 фторангидрит подают в шаровую мельницу 5 через промежуточный бункер 4. В приемный бункер 6 разгружают поставляемый также автотранспортом нейтрализатор, в качестве которого используют высушенный карбидный ил, содержащий гашеную известь ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). В определенном соотношении через дозатор 7 и шнек 8 нейтрализатор направляют в промежуточный бункер 4. В бункер 9, оборудованный дозатором 10, загружают ускоритель схватывания, в качестве которого обычно используют кристаллические соли одновалентных металлов, таких как  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaSO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

Ускорители схватывания можно получать путем смешивания растворов отработанной серной кислоты свинцовых аккумуляторов с растворами отработанной калиевой щелочи (KOH) никель-кадмиевых щелочных аккумуляторов с последующей сушкой и измельчением об-

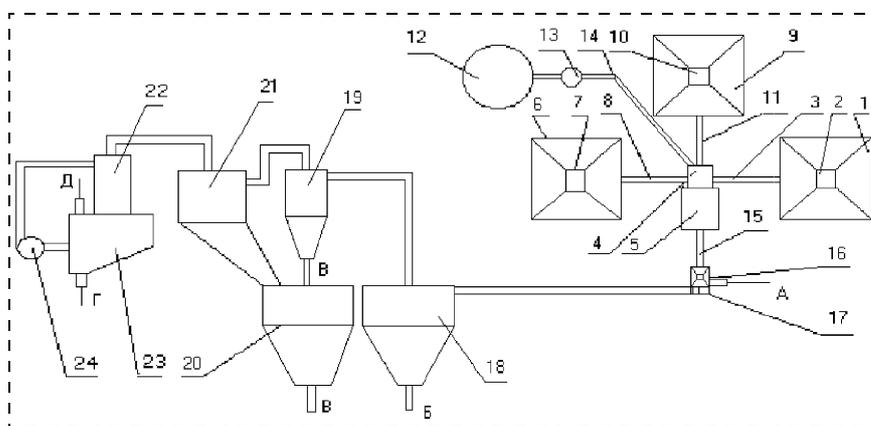


Рис. 1. Технологическая схема унификации фторангидрита СХК



разующихся кристаллов  $K_2SO_4$  по транспортеру 11. Из бункера 9 ускоритель схватывания подается через промежуточный бункер 4 в мельницу 5.

Ускорители схватывания также можно вводить в жидком виде в растворобетонотемешалку на стадии получения ангидритовых строительных растворов различного назначения (штукатурные, кладочные, для получения шлакоблоков, половых стяжек, самонивелирующихся полов, монолитного домостроения и пр.)

С целью повышения марочности ангидритового вяжущего из емкости 12 через (объемный) дозатор 13 по трубопроводу 14 подают отработанную аккумуляторную кислоту концентрацией не менее 10 % масс. в мельницу 5. При этом расход нейтрализатора увеличивается за счет нейтрализации дополнительно вводимой в состав фтороводородных твердых отходов серной кислоты. В этом случае в качестве нейтрализатора может использоваться только негашеная известь с активностью по  $CaO$  не менее 40 % масс. Это условие связано с тем, чтобы вводимые с отработанной аккумуляторной кислотой количества воды перешли в парообразное состояние за счет выделяемой теплоты экзотермичной реакции нейтрализации.

Таким образом, в шаровую мельницу поступили все необходимые компоненты ангидритового вяжущего, и в ней происходит нейтрализация серной кислоты, гидролиз фторсульфоната кальция и нейтрализация фтороводорода, выделяющегося в результате гидролиза фторсульфоната кальция, перемешивание всех твердых компонентов, выравнивание состава шихты и предварительное измельчение.

После предварительного измельчения и нейтрализации в мельнице 5 с помощью транспортера 15 материал подают на стадию тонкого помола в дезинтегратор 17 через промежуточный бункер-дозатор 16. Бункер 16 оборудован шибберным дозатором для сыпучего материала и патрубком А для забора атмосферного воздуха А, с помощью которого поддерживается оптимальное соотношение Т — Г (твердое — газ) в дезинтеграторе 17.

После дезинтегратора 17 смонтирована система улавливания порошкообразного ангидритового вяжущего различного фракционного состава: пылесадительная камера 18 для фракции I (крупные 80 мкм), циклон 19 с приемным бункером 20 под фракцию II (40...80 мкм), ру-

кавные тканевые фильтры 21 под фракцию III (2...40 мкм) и абсорбер 22 комбинированного типа с отстойником 23 и циркуляционным насосом 24 для санитарной очистки сбрасываемого в атмосферу воздуха (патрубок Д) и использования ангидритовой пульпы (патрубок Г) при приготовлении строительных растворов. Накапливающийся в отстойнике осадок направляют на получение ангидритовых строительных материалов по "мокрой" технологии. Фракцию I через патрубок Б направляют на получение конструкционных материалов типа шлакоблоков, сухих штукатурных смесей или штукатурных растворов, фракцию II через патрубок В — на получение сухих шпаклевочных смесей или шпаклевок, фракцию III — на получение сухих красок или окрасочных растворов. При необходимости фракции I и II можно объединить и направлять на получение шпаклевок или объединить все фракции и направлять на получение шлакоблоков или штукатурных растворов.

Анализ параметров ранее разработанной технологической линии унификации фторангидрита показал, что при вводе в эксплуатацию она оказалась высокоэнергоёмкой. Техничко-экономический расчет указанной технологии показал некоторые экономически не выгодные детали, в частности использование измельченного до 125...80 мкм унифицированного ангидрита для приготовления штукатурных, строительных растворов, шлакоблоков, тогда как для этих изделий и материалов в основном используют сырье с тониной помола менее 1,25 мм (1250 мкм). Излишне тонкое измельчение приводит к удорожанию готовой продукции и перерасходу электроэнергии.

Поэтому авторами было предложено усовершенствовать существующую технологию унификации (рис. 2) — отбирать часть измельченного в шаровой мельнице ангидрита и направлять его не в дезинтегратор (с помощью переключателя потоков 25), а прямо в производство штукатурных растворов и шлакоблоков, профильных изделий и монолитного домостроения, плит "ПАНО" и строительных растворов, а тонко измельченный техногенный ангидрит после дезинтегратора использовать в производстве таких строительных материалов, как шпаклевка, краски, листы сухой штукатурки, аналоги листов гипсокартонных (ГКЛ) и гипсоволокнистых (ГВЛ).

Таким образом, усовершенствованная технология позволит экономить электроэнергию и снизить себестоимость готовой продукции — техногенного ангидрита для получения штукатурных растворов и шлакоблоков, монолитных малоэтажных помещений, что повысит конкурентоспособность ресурсосберегающей технологии комплексной утилизации сульфаткальциевых отходов Сибирского химического комбината.

В этом случае себестоимость ангидритовой строительной продукции снижается в 2 и более раза, тем самым при внедрении данной технологии и использовании всего количества фторангидрита (около 14 000 т в год) производство фтороводорода Сибирского химического комбината перейдет в разряд безотходных.

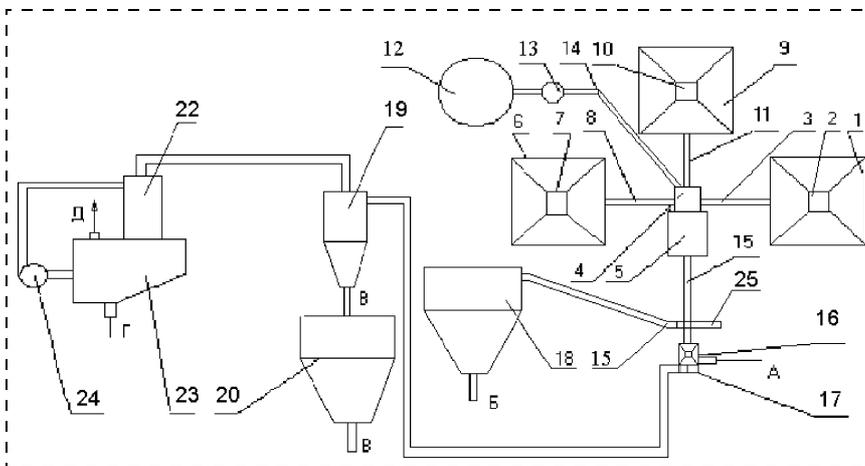


Рис. 2. Усовершенствованная технологическая схема унификации фторангидрита СХК

УДК 629.784:35.078

**В. А. Бурков**, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области

## Ракетно-космическая деятельность на территории Томской области

*Порядок использования территории Томской области под районы падения отделяющихся частей ракет и ракет-носителей. Вторая ступень РН "Протон". Обеспечение безопасности и экологический мониторинг в районах падения. Утилизация "космического мусора".*

Томская область неразрывно связана с освоением космического пространства. В Томских вузах готовятся кадры для космической науки и промышленности, на Томских научно-производственных предприятиях проектируется и создается оборудование для космических аппаратов и ракет-носителей. С началом освоения космического пространства территория Томской области используется под районы падения отделяющихся частей ракет и ракет-носителей (ОЧРН).

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что за этот период с космодрома "Байконур" с использованием территории Томской области для падения фрагментов ОЧРН проведено более 300 пусков ракет и ракет-носителей (РН) различного назначения.

На основании Закона Российской Федерации "О космической деятельности" и Постановления Правительства России "О порядке и условиях эпизодического использования районов падения отделяющихся частей ракет", в 1997 г. между Администрацией Томской области и Министерством обороны был заключен Договор "Об использовании участков территории Томской области под районы падения отделяющихся частей ракет-носителей при пусках с космодрома "Байконур", определяющий на территории Томской области пять зон, подразделяющихся на 13 районов падения (рис. 1 — см. 3-ю стр. обложки). Общая площадь территорий, отведенных под районы падения (РП), составляет более 2,14 млн га.

В сентябре 2000 г. был заключен новый Договор между Администрацией Томской области и Федеральным космическим агентством, в котором определены основные положения вопросов использования РП и обеспечения безопасности, порядок возмещения прямого и экологического ущерба.

С августа 2005 г. организация и проведение мероприятий по обеспечению безопасности в РП ОЧРН и на прилегающих к ним территориях при пусках с космодрома "Байконур" и установлению последствий их падения возложена на Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области.

Среди ОЧРН, принимаемых в РП на территории Томской области, можно выделить следующие:

- вторые ступени РН "Протон" и межконтинентальных баллистических ракет (МБР), в качестве ракетного топлива используются азотный тетраоксид, несимметричный диметилгидразин (НДМГ — "гептил") масса второй ступени РН "Протон" — 11,75 т, длина — 17,05 м, диаметр — 4,1 м;

- центральные блоки (ЦБ) РН "Союз" — масса 6,1 т, длина — 32 м, диаметр — 3 м, (рис. 2 — см. 3-ю стр. обложки), компоненты ракетного топлива — керосин и жидкий кислород;

- створки головных обтекателей, створки хвостовых отсеков РН "Союз", "Зенит", "Циклон", МБР — элементы весом до 200 кг, не имеющие контакта с ракетным топливом.

Очевидно, что наибольшую потенциальную опасность несут фрагменты ОЧРН "Протон", так как используемые в качестве компонентов ракетного топлива азотный тетраоксид, несимметричный диметилгидразин относятся к классу высокотоксичных веществ.

С начала освоения программы "Протон" 40 пусков РН было произведено с использованием территории Томской области.

Отработавшая II ступень отделяется от РН "Протон" через 5 мин 37 с после старта с космодрома на высоте около 155 км (рис. 3). В это время РН находится на удалении примерно 590 км от точки старта и имеет скорость более 4,3 км/с (более 15 600 км/ч).

После отделения от ракеты ступень продолжает полет по баллистической траектории, поднимаясь на вы-

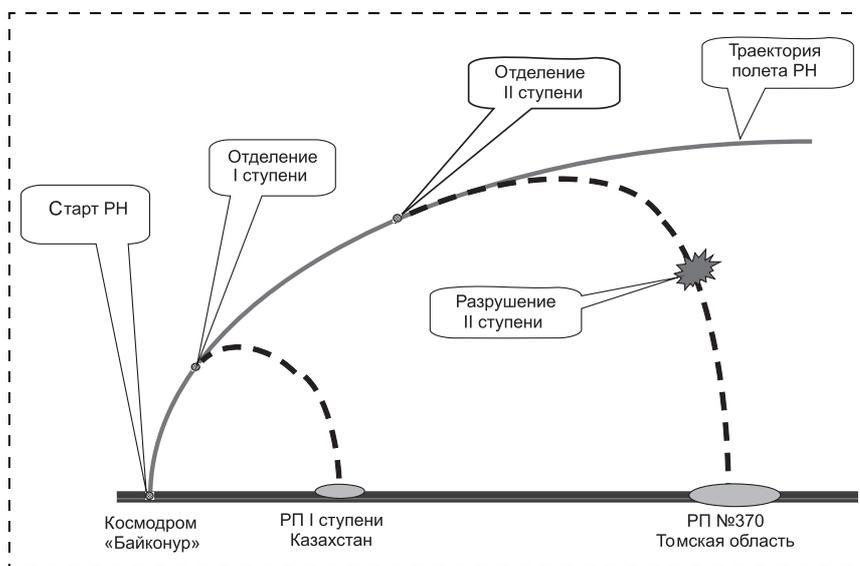


Рис. 3. Схема отделения ступеней РН "Протон"



соту 170...175 км. Пролетев в безвоздушном пространстве ~1200 км, отработавшая II ступень входит в плотные слои атмосферы со скоростью, в 14 раз превышающей скорость звука.

Во время спуска в плотных слоях на II ступень действуют интенсивные аэродинамические нагрузки. Скоростной напор достигает  $1200 \text{ кг/м}^2$ , а элементы конструкции нагреваются, и температура отдельных участков корпуса ступени достигает  $850...1100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Так как температура плавления алюминиевых сплавов, из которых изготовлен корпус ступени, составляет  $550...650 \text{ }^\circ\text{C}$ , то на высоте 25...35 км происходит разрушение ступени на отдельные фрагменты, а компоненты ракетного топлива, находившиеся в баках и магистралях, частично сгорают, смешиваясь между собой и с раскаленным набегающим воздушным потоком. Несгоревшее топливо испаряется, и его молекулы рассеиваются на высотах более 25 км.

Благодаря огненному шару раскаленного воздуха, который окружает II ступень во время спуска в плотных слоях атмосферы, полет II ступени хорошо заметен с земли на большом удалении от района падения. Например, при запуске 13 октября 2000 г. космических аппаратов глобальной навигационной системы ГЛОНАСС с использованием района № 370 падение II ступени РН "Протон" в виде "горящего шара" наблюдали жители пос. Зелеево, который расположен на севере Кемеровской области в 400 км от места падения.

Полет в атмосфере происходит со сверхзвуковой скоростью и сопровождается серией "взрывов", именно эти "взрывы", при использовании РП № 370, доставляют беспокойство жителям поселка Инкино Колпашевского района.

Научные исследования по изучению загрязнения территории Томской области компонентами ракетного топлива в ходе осуществления космической деятельности организованы с 1997 г. и проводятся Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области совместно с Новосибирской лабораторией "Эко-Вектор" и химическим факультетом Московского государственного университета.

Теоретически некоторое количество топлива может достичь поверхности земли в виде молекул, адсорбированных на внутренней поверхности топливных баков и магистралей. Для определения общего количества топлива, попавшего в природную среду района падения, необходимы обоснование на теоретическом уровне и разработка методики проведения исследований фрагментов отделяющихся частей.

Для подтверждения возможности осаждения компонентов ракетного топлива на территории Томской области, при каждом запуске ведется экологический мониторинг — проводится отбор проб грунта, травы, воды, снега. По результатам проведенных исследований категоричного утверждения о наличии "гептила" на территории района падения не дано.

Остается открытым вопрос и о степени опасности компонентов ракетного топлива для людей и природной среды. Так у заправщиков ракет со стажем 20 лет и более работы с НДМГ на космодромах не выявлено отклонений в состоянии здоровья, обусловленных контактом с ракетным топливом. Нет отклонений в здоровье и у их детей.

Исследования, проведенные НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина Российской академии медицинских наук в Республике Алтай и Республике Хакасия, показали отсутствие влияния последствий ракетно-космической деятельности на состояние здоровья обследованного населения.

Следует опровергнуть бытующее мнение о "радиоактивности" фрагментов ОЧРН — одним из пунктов Договора "Об использовании участков территории Томской области под районы падения отделяющихся частей ракет носителей при пусках с космодрома "Байконур", "Роскосмос" гарантирует отсутствие источников ионизирующего излучения в ОЧРН.

Наиболее вероятным фактором опасности является прямое механическое воздействие (падение фрагментов ОЧРН). Хотя районы падения находятся в стороне от транспортных коммуникаций и населенных пунктов, вероятность нахождения людей техники и домашних животных не исключается. С целью обеспечения безопасности Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области проводится комплекс мероприятий.

С получением информации о предстоящем запуске направляются телеграммы в муниципальные образования, на территории которых расположены используемые при предстоящем пуске районы падения, с целью организовать информирование местного населения о предстоящем запуске и исключить нахождение людей, техники и домашних животных в момент пуска на территории РП.

Непосредственно за сутки перед пуском оперативная группа Департамента на вертолете обследует территорию РП на предмет наличия людей и техники, в случае обнаружения проводится их эвакуация.

После проведения пуска производится облет территории РП с целью выявления последствий (возможных пожаров, разрушений), а также поиска фрагментов ОЧРН.

Случаев нанесения прямого вреда населению и имуществу в РП и на прилегающих к нему территориях с 1997 г. не зафиксировано.

Во время проведения облетов территории РП проводится экологический мониторинг (отбор проб почвы, воды, снега) с целью выявления возможного наличия токсичных веществ.

В соответствии с Федеральной программой организована работа по очистке районов падения от фрагментов ОЧРН. Обнаруженные в ходе облетов фрагменты ОЧРН с помощью вертолета вывозятся с территории РП для дальнейшей утилизации (рис. 4 — см. 3-ю стр. обложки). За период с 2003 г. из районов падения вывезено и утилизировано свыше 50 т "космического мусора".

Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области постоянно ведется работа по информированию населения. В периодической печати публикуются статьи, проводятся пресс-конференции с участием представителей различных средств массовой информации. С участием представителей Департамента и Федерального космического агентства проведен ряд телевизионных передач в прямом эфире с целью формирования у населения объективного мнения о ракетно-космической деятельности на территории Томской области.



УДК 630\*43

Н. В. Горина, ОГУ "Облкомприрода"

## Лесные пожары

*Охарактеризован состав лесов Томской области, дана оценка их пожароопасности, рассмотрены условия возникновения пожаров, их причины, приведены статистические данные о лесных пожарах на территории области и ущербе от них.*

### Состав лесов Томской области

Территория Томской области, где сосредоточена значительная часть сибирских лесов, издавна является районом интенсивных лесных пожаров. Сильнейшие пожары были отмечены в бассейне реки Чаи в 1893—1899 гг., большой пожар наблюдался в 1897 г. вдоль реки Четь, сильные пожары происходили в начале 1900-х гг. В 1908 г. из-за лесного пожара был практически полностью уничтожен лес вдоль железной дороги от г. Томска до г. Красноярска. Самым крупным был пожар в 1915 г., который развивался на средней Оби и по ее притокам — огонь прошел на площади 16 млн га, общая выгоревшая площадь составила 12,5 млн га.

Лесной пожар — это всегда стихийное бедствие. Сильные пожары уничтожают лесной полог, в огне сгорает лесной опад и торфяные почвенные горизонты, в огне гибнут животные. Поражающим фактором являются огонь, высокая температура, задымление, выгорание кислорода. В дыму современного пожара находится около 175 токсических соединений, наиболее опасными среди них являются оксид и диоксид углерода, углеводород и аммиак, частицы дыма. Кроме нарушения сложившегося экологического равновесия и экономического ущерба лесному хозяйству, пожары приводят к разрушению мостов и трубопроводов, выводят из строя линии связи и электропередач, наносят ущерб населенным пунктам, часто во время лесных пожаров люди получают ожоги и травмы. В связи с этим своевременное обнаружение и тушение пожаров составляет основу первоочередных мер обеспечения условий безопасности жизнедеятельности населения в лесных районах.

Территория Томской области занимает площадь в 31,69 млн га и весьма неоднородна по условиям возникновения лесных пожаров. В зависимости от произрастания древесных пород территорию области относят к трем лесорастительным зонам: среднетаежные леса, южнотаежные леса и подтаежные леса.

К среднетаежным относят леса, расположенные преимущественно в правобережье реки Оби: в бассейне реки Тыма и в правобережье реки Кети. Граница между среднетаежной и южнотаежной зонами проходит в левобережье Оби по реке Васюгану, а в правобережье — по реке Кеть или по реке Улу-Юл.

В среднетаежной зоне наиболее широко распространены темнохвойные и смешанные леса. В основном это кедровые (пихтово-кедровые, елово-пихтово-кедровые и чистые кедровые) нередко заболоченные леса. В бассейне рек Оби и Кети преобладают сосново-кедровые леса. В настоящее время коренных лесов сохранилось сравнительно немного и располагаются они разобшенными массивами среди производных темнохвойно-мелколиственных также часто заболоченных лесных сообществ. Леса сомкнуты, высота деревьев составляет 17...20 м. В почвенном покрове лесов преобладают кустарнички (брусника, багульник, линнея, черника) и разные виды таежного мелкотравья (майник, седмичник, плауны, хвощ лесной, осочки) с широким участием зеленых мхов.

Среднетаежные леса располагаются крупными массивами только по долинам рек и по прилегающим к берегам участкам. По мере удаления от рек в глубь водоразделов высокобонитетные леса сменяются заболоченными лесами, которые в центральной части междуречий переходят в болота.

Зона южнотаежных лесов занимает правобережье реки Васюган, бассейны рек Чаи, Парабели, среднего Чулыма, междуречье Чулыма и Кети. Широко распространены здесь разнотравные елово-пихтовые леса с примесью кедра. Участки коренных елово-кедрово-пихтовых лесов чередуются с большими массивами темнохвойно-березовых, березовых и осиновых лесов, появившихся на месте гарей, шелкопрядников и промышленных рубок. На песчаных почвах распространены лишайниковые, беломошниковые и зеленомошниковые сосняки с примесью березы и кедра, относящиеся к "сухим" лесам (особенно в Верхнекетском районе). По поймам рек встречается тополь и ива древовидная. Леса имеют высокую продуктивность, деревья достигают высоты 25...28 м. Леса южной тайги больше других пострадали от пожаров.

К лесам подтаежной зоны отнесены леса на самом юге территории области. Здесь основу лесного покрова составляют береза и осина. Более половины площади подтаежной зоны занято сельскохозяйственными землями. Отдельно выделяется обская пойменная провинция, которая начинается от устья реки Томи, проходит по берегам Оби до северной границы Томской области. На этой территории в основном произрастают мелколиственные леса и кустарники.

Средняя лесистость Томской области составляет 60,3 %. Низкая лесистость северных, северо-восточных и западных районов объясняется повсеместным распространением болот, южных районов — высокой сельскохозяйственной освоенностью территории. Для сравнения:



лесистость Тюменской области составляет 34 %, Новосибирской области — 24,4 %, Красноярского края — 47,6 %.

Общий запас древесины в области насчитывает более 2,7 млрд м<sup>3</sup>, что составляет свыше 30 % сырьевых ресурсов Западной Сибири, или около 3 % запасов древесины России. Средний запас древесины лесозаготовительного фонда составляет 149 м<sup>3</sup>/га (для сравнения: в Новосибирской области — 148 м<sup>3</sup>/га, в Омской области — 127 м<sup>3</sup>/га, в Тюменской области — 116 м<sup>3</sup>/га).

Средняя тайга вместе с северной частью южной тайги интенсивно осваивается человеком, здесь интенсивно ведутся разведка и добыча нефти и газа, промышленная заготовка древесины.

Лесорастительные условия на территории области способствуют развитию преимущественно низовых пожаров (95 %), верховые пожары составляют 5 %, подземные (торфяные) пожары в пределах области возникают очень редко.

### Условия возникновения пожаров и их причины

Возможность возникновения лесных пожаров на лесной территории зависит от погодных условий. Многолетними наблюдениями установлено, что пожарный максимум на территории области приходится на весенне-летний период (май—июль). В это время отмечается наименьшая влажность воздуха, относительно высокая температура и сильные ветра. Пожарный сезон длится в течение 4...5 месяцев, но ежегодно отмечаются периоды, когда происходит максимальное число пожаров (пик горимости). Максимальный пик горимости, как правило, приходится на июнь или июль. Май и август являются месяцами средней горимости, а в октябре пожары прекращаются практически на всей территории.

Для ландшафтов южной тайги Западной Сибири установлена некоторая зависимость частоты возникновения крупных лесных пожаров от числа дней без дождя. Так, установлено, что весной критический период, когда могут возникать крупные пожары, составляет 20 дней без осадков. Летом крупные пожары наблюдаются почти повсеместно при 30-дневной засухе (66...100 % всех пожаров приходится на засушливый период продолжительностью 40...50 дней).

Погодные условия определяют также возможность возникновения лесных пожаров в связи с грозовой активностью. Установлено, что грозы, приведшие к пожару, почти в половине случаев сопровождаются осадками менее 2 мм, а в 20...30 % случаев проходят сухие грозы. Пожары от гроз возникают в основном на сухих участках леса, чаще всего в сосняках лишайниковых и зеленомошно-брусничных. Особая опасность заключается в том, что во время грозы в короткий срок на большой площади возникает несколько десятков очагов горения. Часть лесных пожаров от молний обнаруживается в тот же или на другой день после грозы, а очаги тления могут оставаться длительное время. В целом Томская область характери-

зуется умеренной грозовой активностью, а доля "грозовых" пожаров редко превышает 30 %.

Кроме климатических условий возникновения лесных пожаров сильно зависит от антропогенного фактора — от количества населенных пунктов, плотности населения, степени хозяйственного освоения лесных территорий. Более высокая горимость установлена для лесных массивов, приуроченных к населенным пунктам и транспортной сети, включая речную.

Причина лесных пожаров, возникающих по вине человека, всегда одна и та же — неосторожное обращение с огнем, порождаемое иногда неопытностью, но чаще беспечностью, равнодушием, неуважением к правилам и законам. Преобладающее число пожаров возникает от костров. Костры в лесу раскладывают все: охотники и рыбаки, туристы и работники всевозможных экспедиций, строители и рабочие лесхозов, лесозаготовители и даже дети. Особенно многочисленной армией поджигателей стала в последние годы молодежь, отдыхающая на природе. Немало пожаров возникает по вине курильщиков, бросающих в лесу незатушенные спички и окурки. Также лесные пожары могут возникнуть и от других причин, например, от тлеющего пня, от выброшенного из окна поезда незатушенного окурка, от искр из выхлопной трубы двигателя и т. п. В Томской области по вине человека возникает более 52 % лесных пожаров. На грозы приходится 38 %, а 8 % составляют так называемые другие причины, но в их основе тоже деятельность человека: сельскохозяйственный пал, лесозаготовки, выжигание разливов нефти, движение локомотивов, искрение ЛЭП и даже падение ступеней ракет. В 2 % случаев пожаров их причина не установлена.

Лесные пожары как природный фактор как были в прошлом, так будут и в будущем, так как невозможно вырастить леса невосприимчивыми к огню. Однако масштаб гибели лесов от огня теперь зависит от человека и его способности контролировать пожароопасную ситуацию.

Слежение за лесопожарной обстановкой на территории области проводится воздушными и наземными патрулями, а также наземными наблюдательными пунктами. Система охраны лесного фонда и борьбы с лесными пожарами построена на базе совместной работы сил и технических средств наземного базирования в лесхозах, лесничествах и пожарно-химических станциях, сил авиационной охраны в составе авиаотделений и механизированных отрядов филиала ФГУ "Томская база авиационной охраны лесов", взаимодействия с Администрацией области и Администрациями муниципальных образований.

Охрану лесов от пожаров осуществляют:

— Агентство лесного хозяйства по Томской области (26 лесхозов, 81 лесничество, 48 пожарно-химических станций) — 26,7 млн га;

— ФГУ "Томская база авиационной охраны лесов" (5 авиаотделений, 5 авиагрупп, 2 авиаточки, 2 мехотряда) — 24,3 млн га;

— лесопожарная служба ОГУ "Томсксельлес" (15 лесхозов) — 1,5 млн га;

— муниципальный лесхоз ЗАТО Северск;

— Администрации муниципальных образований городов и районов области — 0,6 млн га;

— лесопользователи согласно заключенным договорам аренды — 0,9 млн га.

Ежегодно к тушению лесных пожаров привлекаются силы и средства субъектов экономики административных районов. Согласно районным мобилизационным планам по привлечению сил и средств на тушение лесных пожаров, возможно привлечение до 3400 человек, более 270 автомобилей, 190 тракторов и 146 бульдозеров.

### Статистика лесных пожаров на территории Томской области и ущерба от них

В Агентстве лесного хозяйства по Томской области ведется архив сведений о горимости лесов начиная с 1951 г. (рис. 1). На карте (рис. 2 — см. 3-ю стр. вкладки) показано распределение пожаров по территории области в 1995—2006 гг.

Ежегодно на территории области в среднем возникает около 385 пожаров (от 61 до 1167 случаев в зависимости от погодных условий), а пройденная пожарами площадь составляет около 8,2 тыс. га в год.

Как видно на рис. 3, на обширной территории области есть территории с повышенной горимостью лесов. Так, наиболее высокая частота возникновения пожаров отмечена в Верхнекетском районе (31 % всех случаев за последние 12 лет), где в год возникает до 140 пожаров. Высокий уровень пожарной опасности характерен также для Томского района — 27 % случаев. Уровень горимости лесов определяется в первую очередь особенностями территориальной структуры растительного покрова и сезонной активностью местного населения.

Пройденная огнем площадь составляет от 590 га в 1997 г. до 61 780 га в 2003 г. (рис. 4).

Доля земель лесного фонда лесхозов, пройденная пожарами в 1995—2006 гг., представлена на рис. 5 (см. 3-ю стр. вкладки).

Средняя площадь одного пожара за последние 12 лет составила 24,6 га, существенно превосходя этот показатель в отдельные годы (рис. 6).

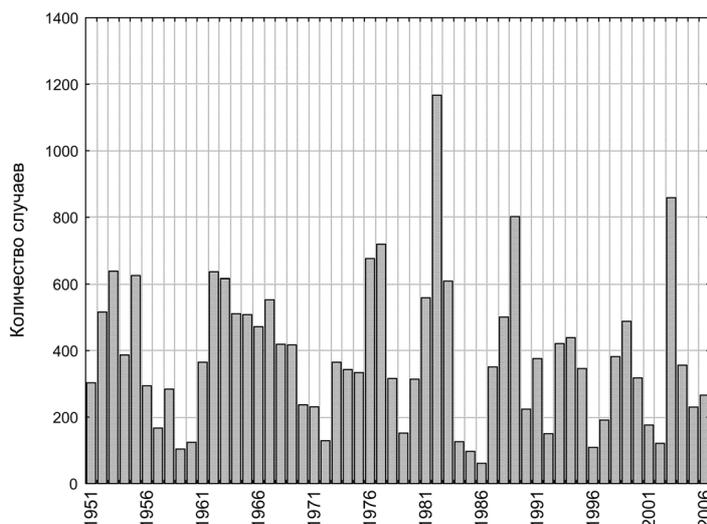


Рис. 1. Лесные пожары на территории Томской области в 1951—2006 гг.

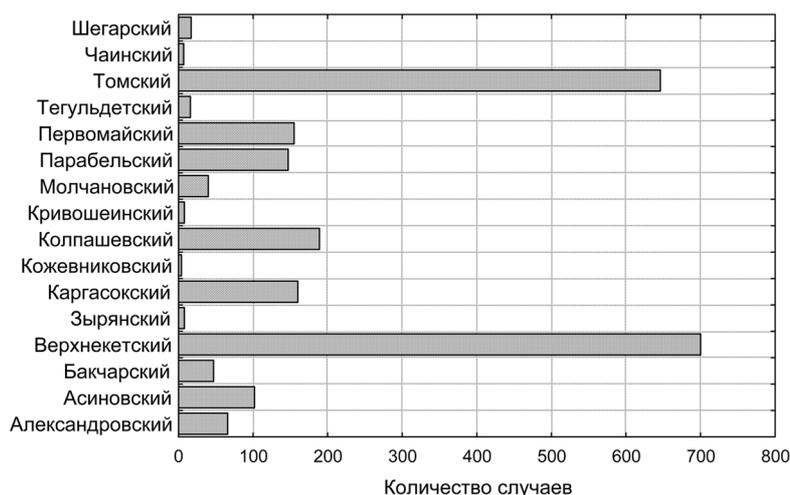


Рис. 3. Лесные пожары на территории административных районов Томской области в 1995—2006 гг.

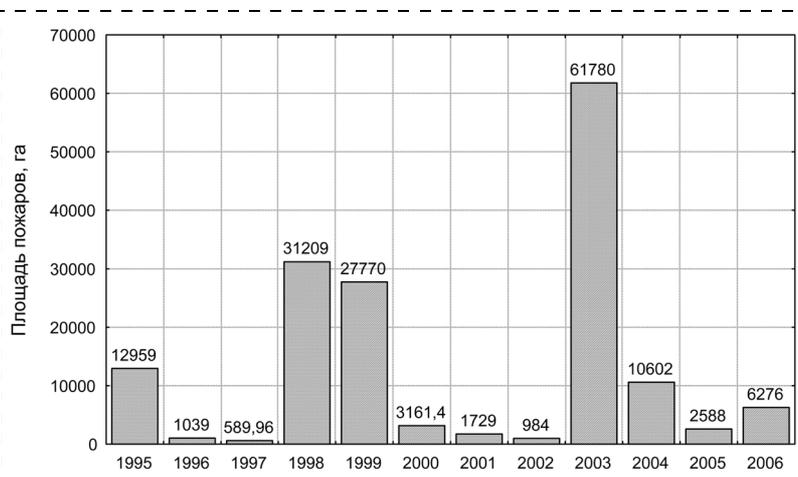


Рис. 4. Площадь, пройденная лесными пожарами в 1995—2006 гг.

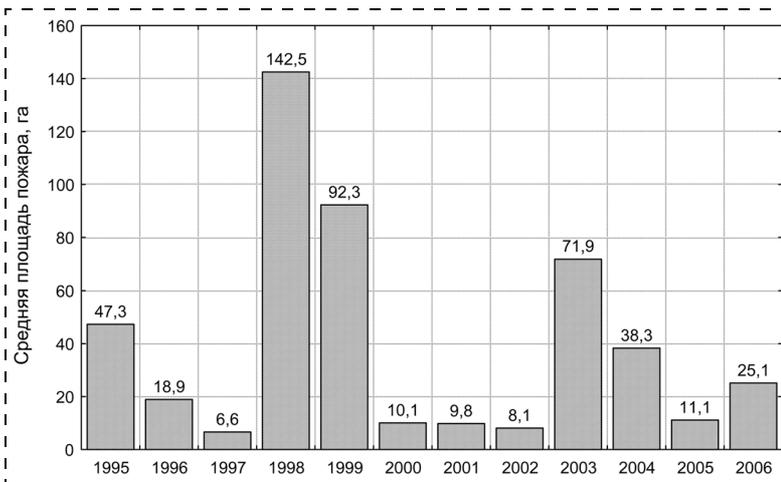


Рис. 6. Средняя площадь лесных пожаров в 1995—2006 гг.

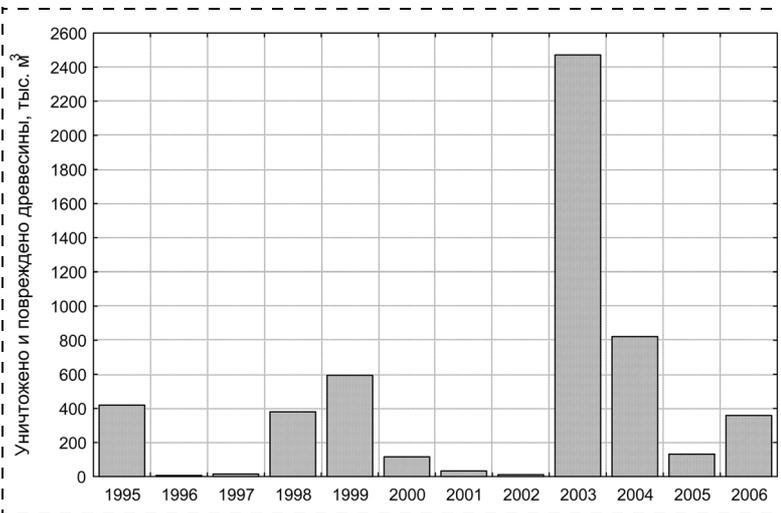


Рис. 7. Потери древесины в результате лесных пожаров в 1995—2006 гг.

За период 1995—2006 гг. пожарами было уничтожено и повреждено леса на корню 7944,8 тыс. м<sup>3</sup>. Большие потери древесины зарегистрированы в 1993—1995, 1998—1999, 2003 и 2004 гг. (рис. 7). Потери в разрезе лесхозов за это же время показаны на рис. 8 (см. 4-ю стр. вкладки).

ответствующее хозяйственное решение. Таким образом, разработанная модель природной пожароопасности лесов может существенно дополнить усилия авиалесоохраны, расширяя ее возможности в плане своевременного обнаружения лесных пожаров.

### Выводы и предложения

Таким образом, лесные пожары представляют серьезное препятствие экономическому развитию области и создают угрозу жизни людей. Своевременное обнаружение лесных пожаров — непременное условие сокращения потерь. Эффективность авианаблюдений за лесами в последние годы постоянно снижается в связи с сокращением кратности авиатрулирования из-за резкого удорожания авиационных услуг. В связи с этим возрастает роль дополнительных средств лесопожарного мониторинга. Дополнительные сложности с обнаружением пожаров связаны с труднодоступностью северных районов, с поздним получением информации о наличии возгораний. Очень сложно устанавливаются причины лесных пожаров.

Одним из возможных решений этой проблемы может быть разработка новой системы прогнозирования пожароопасной ситуации, основанной на выделении зон первоочередной охраны лесов от пожара. Новый подход, основанный на оперативной (ежедневной) оценке степени готовности лесных участков к возникновению пожара, использован при разработке "Цифровой картографической модели природной пожарной опасности лесов на территории Томской области" (рис. 9 — см. 4-ю стр. вкладки).

В ОГУ "Облкомприрода" на основании материалов многолетней статистики разработана картографическая модель, которая позволяет дать оценку ожидаемой горимости участков леса в зависимости от погоды и ландшафтных условий. На карте дополнительно выделена территория в радиусе 10 км от населенных пунктов как зона наибольшей уязвимости с точки зрения появления лесного пожара. Пространственное представление об уровне пожарной опасности охраняемой территории позволяет принимать соот-

## ПОЗДРАВЛЕНИЕ

Редакционный совет, редакционная коллегия  
и редакция журнала "Безопасность жизнедеятельности"

поздравляют члена редакционного совета

**БАЛЫХИНА Григория Артемовича**

с избранием депутатом Государственной думы  
Федерального Собрания Российской Федерации

УДК 37.574:571.16

**О. И. Кобзарь**, Департамент природных ресурсов  
и охраны окружающей среды Томской области

## Стратегия развития непрерывного экологического образования и просвещения в Томской области

*Рассмотрена стратегия непрерывного экологического образования населения Томской области, а также показана координация и взаимодействие различных организаций и учреждений в этом направлении. Представлены новые формы работы с дошкольными образовательными учреждениями, школами, взрослым населением, средствами массовой информации.*

Экологические проблемы, возникновение которых обусловлено прежде всего социально-экономическими факторами, могут быть решены только образованным населением. Поэтому очень важно решить вопросы информирования населения, экологического образования, воспитания и формирования экологической культуры.

Организация непрерывного экологического образования и воспитания населения на территории Томской области ведется через средства массовой информации, издательскую деятельность, учреждения дошкольного и школьного образования, вузы, системы дополнительного образования и повышения квалификации.

Для формирования региональной политики в системе непрерывного экологического образования, планов и программ по ее реализации в области в 2005 г. был создан Координационный Совет по вопросам непрерывного экологического образования. В состав Совета вошли представители департаментов общего образования и природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации области, ученые томских вузов, учителя школ, представители общественных организаций.

Основными задачами Совета являются:

- определение стратегических направлений развития экологического образования;
- содействие разработке нормативно-правовых, программных и методических материалов по вопросам экологического образования;
- межведомственная интеграция финансовых, организационных, кадровых, информационно-методических ресурсов;
- координация деятельности государственных уполномоченных органов власти в области охраны окружающей среды, образования и просвещения с общественными экологическими организациями.

В 2006 г. разработана и утверждена "Стратегия развития непрерывного экологического образования и просвещения населения Томской области на 2006—2010 го-

ды", основной целью которой является формирование экологического мировоззрения и экологической культуры населения области.

Стратегия включает три основные задачи.

1. Создание и развитие системы непрерывного экологического образования.
2. Создание системы экологического просвещения и информирования населения области.
3. Повышение экологической культуры производства.

Принятие Стратегии послужит важным шагом в совершенствовании партнерских связей и развитии сотрудничества различных организаций, занимающихся экологическим образованием и просвещением, а также определит долгосрочные цели и пути их достижения. Заинтересованными сторонами в принятии Стратегии являются учреждения и организации образования и культуры, бизнес и все население области, потому что выгода, полученная от ее реализации, — это повышение статуса учебных заведений, получение квалифицированных специалистов, использование экологической информации в профессиональной деятельности для профилактики и лечения экологически обусловленных заболеваний, общественное влияние на экологическую политику по улучшению качества окружающей среды и продвижение имиджа Томской области как территории высокой культуры.

В рамках разработанной Стратегии определена структура управления системой непрерывного экологического образования на областном уровне. На основании решения Координационного совета по вопросам непрерывного экологического образования в прошлом году была начата работа по формированию на территории области опорной сети образовательных учреждений (дошкольных, школьных, внешкольных). Эти учреждения определяются как организационно-методические центры, накапливающие и распространяющие передовой опыт по экологическому образованию и воспитанию. В них сосредоточена учебно-методическая работа по внедрению в образовательный процесс элементов непрерывного экологического образования. Они осуществляют разработку новых программ и методик в учебную и внеучебную работу, оказывают методическую помощь педагогическим коллективам других школ, училищ, дошкольным учреждениям своей территории.

Под руководством регионального центра развития образования и департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды начата работа по созданию базовых



пилотных и экспериментальных площадок по экологии. Для тех школ, которые имеют необходимые ресурсы на базе регионального центра развития образования, проведено два семинара. Статус пилотных площадок присвоен 22 общеобразовательным школам области.

Особое внимание в Стратегии уделяется подготовке управленческих кадров в сфере природопользования и охраны окружающей среды и повышению квалификации специалистов предприятий и учреждений.

Процесс образования начинается в семье, продолжается в детском саду, потом школе, ВУЗе и, наконец, в сфере повышения квалификации профессиональных знаний, необходимых специалисту. В образовательном процессе экологическое образование должно присутствовать на всех уровнях и в полном объеме, для того чтобы каждый сформировавшийся специалист-профессионал мог принимать экологически обоснованные и ответственные решения.

Для воспитателей детских садов и преподавателей начальной школы ежегодно организуются обучающие областные семинары "Интерактивные методы в обучении экологии дошкольников и младших школьников". Для детских дошкольных учреждений области за последние два года издан комплект книжек-раскрасок для детей:

— "Приключения Мурзилки" и пособие для воспитателя по проведению занятий (авторы Л. Н. Ермаков, Янушевич Т. А.);

— "Как Экоколобок путешествовал" (автор Л. Н. Ермаков);

— комплект книг из серии "Экология для маленьких сибиряков": "Растения и животные в детском саду и дома".

В школах области предмет "Экология" ведется за счет часов из регионального и школьного компонентов учебного плана. Экологическое образование в школах не выглядит как сквозная система. В течение последних 10 лет предмет "Экология" был сначала введен, а затем исключен из обязательной школьной программы. Решением коллегии Департамента общего образования в 2005 г. утверждены региональные учебные курсы для 6—7 классов "Экология Томской области" и для 8—9 классов "География Томской области".

Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды, ОГУ "Облкомприрода" уделяют большое внимание подготовке и изданию учебников, пособий, методических разработок с учетом региональных особенностей. Все издания согласуются с Департаментом общего образования. Часть изданий финансируется из бюджета области, также привлекаются средства международных грантов и местных спонсоров. Издан комплект учебных пособий по экологии, начиная с дошкольного образования и заканчивая 10—11 классом, автора Л. Н. Ермакова. Учебное пособие этого автора для 10—11 классов рекомендовано Министерством образования, а на остальные издания был получен гриф Департамента общего образования. При поддержке спонсоров и школ были переизданы учебники по "Географии Томской области" для 8 и 9 классов.

В лицее № 7 (г.Томск) действует творческая группа педагогов, которая занимается разработкой методических рекомендаций по экологии для учителей начальной школы. Изданы "Уроки экологии для 1, 2, 3 и 4 классов".

В 2006 г. в школах области начата работа по созданию базовых пилотных и экспериментальных площадок по экологии. Для тех школ, которые имеют необходимые ресурсы на базе ОГУ "Региональный центр развития образования", проведено два семинара. Приказом Департамента общего образования 22 общеобразовательных учреждения области утверждены как базовые в эксперименте по отработке модели непрерывного экологического образования.

В прошлом году проведен областной конкурс на лучшую методическую разработку по экологии среди воспитателей и преподавателей образовательных учреждений области, в результате издан сборник материалов и распространен по районам области.

Томский областной институт повышения квалификации и переподготовки работников образования (ТОИПКРО) и ОГУ "Облкомприрода" два раза в год организуют курсы повышения квалификации учителей экологии. Лекции и практические занятия проводятся специалистами Томского и Новосибирского государственных университетов, ОГУ "Облкомприрода", ТОИПКРО.

Существенное значение в развитии экологического образования имеет традиция проведения научно-практических конференций, олимпиад, конкурсов и природоохранных акций.

Региональная конференция-конкурс исследовательских работ старшеклассников "Юные исследователи — российской науке и технике" на базе ТПУ, городская экологическая конференция для младших школьников на базе школы № 28 г. Томска, городская научно-практическая конференция школьников по экологии и географии "В краю кедровом", конференция по итогам областного конкурса исследовательских работ "Юные исследователи природы", городской конкурс "Золотая осень" на базе школы № 25 г. Томска, городская интернет-олимпиада.

Развивается активное сотрудничество школ области с вузами. В рамках международного проекта "Изменим отношение к нелюбимым животным" кафедра зоологии позвоночных государственного университета оказала методическую, консультационную помощь учителям школ, кафедра гидроэкологии архитектурно-строительного университета на своей базе провела несколько обучающих семинаров по изучению качества воды, ученые политехнического университета выступают научными руководителями томских школьников, исследующих качество окружающей среды. Содружество и сотрудничество вузовских преподавателей с учителями школ взаимно обогащают педагогов и школьников, позволяют выходить с проектами как на всероссийский, так и международный уровень. В 2006 г. три томские школы стали участниками международного проекта "Садовая мозаика" по



обмену информацией о состоянии окружающей среды с учащимися из американских городов Балтимор и Бронкс.

Уже привычным стало успешное участие школьников Томской области во Всероссийском конкурсе юношеских исследовательских работ им. В. И. Вернадского.

Много лет проводятся районные городские и областные олимпиады для школьников по экологии. Как показывают результаты участия во Всероссийских олимпиадах, где наши учащиеся занимают призовые места, проводятся местные олимпиады на высоком профессиональном уровне.

Школы, учреждения дополнительного образования, библиотеки принимают активное участие в областных этапах Всероссийских конкурсов:

- "Юных исследователей природы";
- "Зеленый наряд образовательного учреждения";
- "Слет юных лесоводов";
- "Конкурс водных проектов";
- "Конкурс библиотек по экологическому просвещению населения".

С 1999 г. проводится областной смотр-конкурс учебно-опытных участков "Зеленый наряд образовательного учреждения". В результате выполнения этого проекта выращено и посажено около 200 тыс. цветов, 12 тыс. деревьев и кустарников, клумбы и газоны разбиты на площади 17 тыс. м<sup>2</sup>.

Для активизации деятельности школьных лесничеств, профессиональной ориентации, охраны, изучения и восстановления лесных экосистем в 2006 г. проведен традиционный областной слет "Юных лесоводов", участниками которого стали 70 человек из 11 районов области.

Важными центрами экологической культуры в области являются библиотеки. Четвертый раз на территории области прошел Всероссийский конкурс библиотек по экологическому просвещению населения. В нем приняли участие 28 городских, сельских и школьных библиотек из 8 районов области. Большое внимание в работе библиотек уделяется формированию книжного фонда по экологическим проблемам, созданию в системе каталогов экологических рубрик, проведению тематических выставок, проведению семинаров, лекций, познавательных игр для детей.

На современном этапе система экологического образования больше опирается не на предметное обучение, а на разнообразную внеклассную работу, проектно-исследовательскую и практическую природоохранную деятельность.

Образование для устойчивого развития — приоритетное направление для государственных и общественных экологических организаций.

В рамках проектной деятельности за последние три года успешно были реализованы четыре областных исследовательских и практико-ориентированных проекта старшеклассников: "Экологический марафон" по проблеме уменьшения бытовых отходов, энергосбережению, исследованию питьевых источников водоснабжения и

очистке водоохраных зон, изучению и сохранению биоразнообразия.

В 2006 г. был запущен новый проект "Чистая вода — для всех". Для его реализации был разработан и издан учебно-методический комплект, который предназначен для учителей экологии, биологии, географии, химии, а также педагогов дополнительного образования.

Количество участников с каждым годом растет, многие команды выполняют задания в летнее время во время работы экологических лагерей и школьных площадок. Одно из наиболее важных достижений проекта — привлечение к участию в проекте родителей участников. Для этого были разработаны задания, выполнять которые дети должны вместе со взрослыми родственниками. Таким образом, достигались две цели: взрослые получали экологическую информацию, родители уделяли больше внимания своим детям.

С каждым годом становится больше летних экологических лагерей и школьных экологических площадок. Воспитание детей в общении с природой — это воспитание разумного поведения как в природной среде, так и среди людей. В рамках работы лагерей проводится исследовательская работа, разрабатываются экологические тропы, в районах составляются экологические паспорта сел, проводятся трудовые десанты по уборке территорий. Подготовлена образовательная программа для проведения детской эколого-краеведческой экспедиции "Истоки", программа "Войди в лес другим" по предотвращению лесных пожаров.

Областное государственное учреждение "Облкомприрода" ежегодно проводит конкурс заявок на финансирование мероприятий по экологическому образованию и информированию населения из областного бюджета. В 2006 г. заключено и успешно выполнено 73 договора на сумму 2600 тыс. руб.

Большой опыт организации экологического образования накоплен в вузах г. Томска, где реализованы программы непрерывной экологической подготовки студентов всех специальностей. В университетах работают 17 экологических кафедр, ведется подготовка дипломированных специалистов экологической направленности.

В 1995 г. на Международном факультете сельского хозяйства, природопользования и охраны окружающей среды (МФСХ) Томского государственного университета была создана кафедра экологического менеджмента. В задачи кафедры входит подготовка управленческих кадров по охране окружающей среды и природопользованию. Ее уникальность заключается в том, что данная кафедра территориально расположена на базе Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Томской области, благодаря чему около 60 % учебных курсов читается специалистами-профессионалами департамента. Отдельные курсы преподают сотрудники таких организаций, как Центр экологического аудита и менеджмента, Центр радиационной безопасности, что позволяет студентам взаимодействовать



с профессионалами-практиками, писать курсовые и дипломные работы на практическом материале.

Инженеры-экологи промышленных предприятий повышают свою квалификацию на курсах, проводимых Центром экологического аудита и менеджмента и ОГУ "Облкомприрода".

В области в настоящее время действуют 19 общественных экологических организаций, которые проводят большую работу по информированию и вовлечению населения в практическую природоохранную деятельность.

В последнее время усилиями общественных экологических организаций развиваются различные формы участия общественности в принятии решений. Для представителей территориальных общественных самоуправлений и товариществ собственников жилья в прошлом году проведены два семинара: "Энергоэффективность вместо расточительности" по проблемам тепло- и энергосбережения и семинар "Градостроительство — под контроль населения" по участию населения в принятии решений по вопросам городской застройки.

Ежегодно в Томской области проходит целый ряд мероприятий, связанных с ликвидацией загрязнения природных объектов твердыми бытовыми отходами. Осенью 2005 и 2006 гг. часть таких мероприятий была объединена в единую кампанию "Протяни руку природе!". Целью данной кампании было привлечение внимания жителей области к ценным в рекреационном отношении природным объектам, а также к проблеме их загрязнения отходами, оставленными за летний период отдыхающими.

Право на получение и распространение информации в сфере экологии является составляющей конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду. Для информирования жителей области о политике в области охраны окружающей среды ОГУ "Облкомприрода" еженедельно рассылает пресс-релизы в 17 адресов редакций, они выставляются на сайте Администрации области и ОГУ "Облкомприрода" (<http://green.tsu.ru>),

выходит газета "Зеленый меридиан", передача на областном радио "Экология: проблемы и решения", тематическая страница в областной газете "Томские новости", на областном телевидении "Экологический дневник".

Главная цель работы со средствами массовой информации — регулярно предоставлять общественности достоверную и по возможности полную и оперативную информацию об экологической ситуации в Томской области, привлекать ее внимание к известным "болевым точкам" и обозначать пути решения проблемы, т. е. давать реальную положительную перспективу.

Особое внимание при работе со СМИ и общественностью, как и в прежние годы, уделяется реализации областных экологических программ, освещению проблем радиационной и экологической безопасности населения, благоустройству населенных пунктов, сохранению леса и защиты его от пожаров, дальнейшему развитию перспективных видов экологической деятельности (экологический аудит, экологический менеджмент), достижению устойчивого развития Томской области, сохранению и развитию особо охраняемых природных территорий Томской области.

Большое внимание уделяется издательской деятельности. При финансовой поддержке Администрации области, зарубежных и местных спонсоров в 2006—2007 гг. было издано 10 учебных пособий и методических разработок для учителей, 9 буклетов для населения, "Индикаторы устойчивого развития Томской области" (Выпуск 2-й), "Природно-ресурсный атлас Томской области". Через "зеленые точки" распространено более 12 тыс. буклетов о правах жителей на благоприятную окружающую среду, о том, как действовать, если эти права нарушаются. В общественную экологическую библиотеку за информацией обратилось около 2000 тыс. человек. В основном это экологи предприятий, преподаватели вузов и школ, воспитатели детских садов, студенты, школьники, журналисты.

## Учредитель ООО «Издательство "Новые технологии"»

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Строминский пер., 4  
Телефон редакции журнала (495) 269-5397, тел./факс (495) 269-5510, e-mail: [bjd@novtex.ru](mailto:bjd@novtex.ru), <http://novtex.ru/bjd>

Художник В. Н. Погорелов. Дизайнер Т. Н. Погорелова.

Технический редактор Е. В. Конова. Корректор М. Г. Джавадян.

Сдано в набор 12.11.07. Подписано в печать 21.12.07. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,84. Уч.-изд. л. 9,96. Заказ 17.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика". 142100, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15.