

**ОБОБЩЕННАЯ ТЕОРИЯ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА БИОСФЕРУ**

© 2018 А.В. Васильев

Самарский научный центр РАН

Статья поступила в редакцию 10.12.2018

Статья посвящена проблеме снижения негативного воздействия токсикологических загрязнений на биосферу. Предложена обобщенная теория снижения негативного воздействия токсикологических загрязнений на человека и биосферу, включающая анализ особенностей негативного воздействия токсикологических загрязнений на человека и биосферу, систематизацию методов снижения негативного воздействия, разработку методологических основ снижения воздействия токсикологического загрязнения.

*Ключевые слова:* токсикологическое загрязнение, воздействие, биосфера, теория, снижение.

*Работа выполнена в рамках государственного задания учреждениям науки*

**1. ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время в условиях возрастающего антропогенного воздействия на человека и биосферу оказывает негативное влияние целый ряд опасных и вредных веществ [1, 2, 4, 9, 12-15]. При этом особенно значительную опасность представляет воздействие веществ и материалов, содержащих опасные токсические компоненты [4, 12].

Проведенный автором анализ показал, что актуальной задачей является разработка обобщенной теории снижения токсикологических загрязнений на человека и биосферу, включающей анализ особенностей негативного воздействия токсикологических загрязнений на человека и биосферу, систематизацию методов снижения негативного воздействия, разработку методологических основ снижения воздействия токсикологического загрязнения.

Целью данной работы является разработка обобщенной теории снижения токсикологических загрязнений на человека и биосферу.

**2. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ЧЕЛОВЕКА И БИОСФЕРУ**

Токсикологические загрязнения оказывают многоплановое негативное воздействие на человека и биосферу в целом. Так, поступление токсичных веществ в водоем ведет к уменьшению видового разнообразия, снижению количественных характеристик биоты, деградации биоценоза и экосистемы [4]. Происходит загряз-

*Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, начальник отдела инженерной экологии и экологического мониторинга Самарского научного центра РАН. E-mail: avassil62@mail.ru*

нение атмосферы, причем не только в процессе эксплуатации токсичных веществ, но и в результате их испарения и сжигания. Просачивание токсичных веществ в почву ведет к деградации почвы, снижению её плодородия, загрязнению подземных и грунтовых вод. Особую опасность представляет загрязнение биосферы компонентами, содержащими токсические вещества с высокой степенью концентрации, например, загрязнение такими экологически опасными компонентами, как нефть и нефтепродукты, смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ); полидифенилы, в основном полихлордифенилы (ПХД) антропогенного происхождения; серо- и хлорсодержащие присадки и др. Все они распространяются в атмосфере, воде, почве, попадают в пищевые цепи и продукты питания. Кроме того, углеводороды нефтяных и синтетических масел, имея невысокую (10-30%) степень биоразлагаемости и накапливаясь в окружающей среде, могут вызвать сдвиг экологического равновесия.

Загрязнение атмосферы происходит и в результате испарения токсических веществ. Токсичные компоненты (диоксид серы, органические соединения хлора) с облаками разносятся на большие территории. Причем наиболее опасно испарение синтетических масел - его результаты непредсказуемы, а при испарении масел, содержащих ПХД, образуются еще более токсичные соединения - полихлордифензодиоксины и полихлордифензофураны.

Особую опасность для окружающей среды представляет просачивание токсичных веществ в грунт и попадание их в поверхностные грунтовые воды при проливах и утечках. Например, при этом в почве образуются так называемые масляные линзы, из которых масло распростра-

няется в ширину и в глубину, контактирует с грунтовыми водами и мигрирует с ними.

Следует отметить, что некоторые вещества и материалы, содержащие опасные токсические компоненты, используются не только в промышленности, но и в бытовых условиях, например, антифризы (тосола), используемые в качестве охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания и в качестве рабочей жидкости других теплообменных аппаратов, эксплуатируемых при низких и умеренных температурах [12]. При работе с антифризами (тосолами) выделяется этиленгликоль, который обладает ядовитым и наркотическим действием, способен проникать в организм через кожу, вызывая хроническое отравление организма человека с поражением жизненно-важных органов: сосудов, почек, нервной системы (Бердичевский, 1984).

В соответствии со своей химической природой вещества и материалы, содержащие опасные токсические компоненты, могут оказывать негативное воздействие на работников как в результате непосредственного контакта кожных покровов с ними, так и при поступлении паров, аэрозоля дезинтеграции и конденсации через дыхательные пути (Варламов, 2005).

Степень этого влияния зависит от химического состава токсических компонентов, режима и условий работы (в том числе особенностей технологических процессов, продолжительности контакта работника с вредными веществами, характеристик средств вентиляции и кондиционирования в рабочей зоне и на рабочих местах и др.), условий окружающего микроклимата.

Так, например, при работе с масляными СОЖ на жесточенных режимах и при переходе к труднообрабатываемым материалам, наблюдается повышенное дымление СОЖ, увеличивается поступление продуктов их термодеструкции в дыхательные пути (окиси углерода, углеводородов, сернистого ангидрида, альдегидов и др.)

Длительная работа в условиях образования масляного тумана небезопасна в отношении развития липоидной пневмонии. Воздействие тумана также снижает общую иммунобиологическую реактивность организма работающих. Естественно, в таком случае увеличивается общая и простудная заболеваемость рабочих в цехах, где концентрации масляного аэрозоля не превышает рекомендуемую рядом ученых величину в  $5 \text{ мг/м}^3$ .

Как правило, поражения кожи у рабочих появляются гораздо чаще по сравнению с изменениями в дыхательной системе. Проникновение токсикантов в раны, нанесенные металлической стружкой, приводит к возникновению единичных или многочисленных гранулем. В результате длительного контакта с минеральными маслами у рабочих могут воз-

никать гиперкератоз, масляные папилломы, хронические пигментации кожи. Скорость проникновения токсичных компонентов в кожу зависит от физико-химических свойств, анатомно-физиологических особенностей кожи, состояния организма работающих.

Хотя часто эти заболевания со временем исчезают, известны отдельные случаи перерождения их в злокачественные новообразования, возникающие в местах непосредственного соприкосновения кожи с маслами (кисти рук, предплечья, лицо, шея), а также и на закрытых участках тела в результате раздражения кожи от пропитанной маслом спецодежды [10 и др.].

У работающих с вредными токсичными веществами встречаются дерматиты, редко экземы. Имеются сведения о возможности резорбтивного токсического действия минеральных масел при контакте через неповрежденную кожу, при этом, в частности, возможно появление полиневритов.

Не следует приуменьшать вредность паров токсичных веществ, поступающих через органы дыхания и проникающих в легкие рабочих. Через разветвленную поверхность бронхиол и альвеол они всасываются в кровь. Вдыхаемые яды оказывают неблагоприятное воздействие на протяжении всего времени работы в загрязненной атмосфере, а иногда даже по окончании работы, так как всасывание их еще продолжается. Поступившие через органы дыхания в кровь яды разносятся по всему организму, вследствие чего токсическое их действие может сказываться на самых различных органах и тканях (Кокорев, 1973).

Негативное воздействие СОЖ на рабочих подтверждено результатом анализа профессиональной заболеваемости рабочих ПАО «АВТОВАЗ» с этиологическим фактором СОЖ. Анализ частоты профессиональных заболеваний на ПАО «АВТОВАЗ» показывает тенденцию роста профессиональных заболеваний с этиологическим фактором СОЖ, включая профессиональные экземы и бронхит. Проведенные исследования позволили установить, что именно СОЖ является основным токсикантом, способствующим росту профессиональных заболеваний.

Ряд работ также свидетельствует о неуклонном росте заболеваемости рабочих при длительном контакте с токсичными веществами (Филатов, 2001; Коростылева, 2001; Думский, 2001; Юшков, 2002; Евдокимов, 2000 и др.). При этом исследования некоторых авторов показывают, что существующие средства защиты не оказывают должного протективного эффекта на физиологические системы организма при воздействии на него токсичных веществ и их компонентов (Кошкина, 2007).

### 3. МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ЧЕЛОВЕКА И БИОСФЕРУ

Эффективное снижение токсикологического воздействия вредных веществ и материалов на человека и биосферу может быть достигнуто только путём использования комплекса мероприятий:

- контролируемых (в том числе на основе использования результатов биомониторинга);
- административных (штрафы за складирование вредных веществ и материалов в неположенном месте, запрет на повторное использование отработавших вредных веществ и материалов и др.);
- технических (внедрение технологических процессов с минимальным количеством вредных веществ и материалов, замена высокотоксичных вредных веществ и материалов на менее токсичные, бессожевая обработка, использование экологически безвредных материалов вместо токсичных, др.);
- организационных (обеспечение работающих средствами защиты от воздействия вредных веществ и материалов, организация своевременного вывоза и складирования отработавших вредных веществ и материалов и др.);
- законодательных (принятие законов и регламентов, позволяющих обеспечить качественный и своевременный мониторинг токсического воздействия вредных веществ и материалов, разработку и внедрение мероприятий по утилизации отработавших вредных веществ и материалов и др.);
- информационных (информирование населения и работников предприятий о возможных вредных последствиях воздействия вредных веществ и материалов, о потенциально опасных зонах воздействия вредных веществ и материалов, о несанкционированном складировании и захоронении отработавших вредных веществ и материалов и др.).

На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть: разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ; выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий (ГОСТ 12.1.007-76\*).

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать: замену вредных веществ в производстве наименее вредными, сухих способов переработки пылящих материалов - мокрыми; выпуск конечных продуктов в непылящих формах; ограничение содержания

примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах; применение прогрессивной технологии производства (замкнутый цикл, автоматизация, комплексная механизация, дистанционное управление, непрерывность процессов производства, автоматический контроль процессов и операций), исключаяющей контакт человека с вредными веществами; выбор соответствующего производственного оборудования и коммуникаций, не допускающих выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации при нормальном ведении технологического процесса, а также правильную эксплуатацию санитарно-технического оборудования и устройств (отопления, вентиляции, водопровода, канализации); рациональную планировку промышленных площадок, зданий и помещений; применение специальных систем по улавливанию и утилизации абгазов, рекуперацию вредных веществ и очистку от них технологических выбросов, нейтрализацию отходов производства, промывных и сточных вод; применение средств дегазации; контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны; включение в стандарты или технические условия на сырье, продукты и материалы токсикологических характеристик вредных веществ; включение данных токсикологических характеристик вредных веществ в технологические регламенты; применение средств индивидуальной защиты работающих и др.

### 4. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ЧЕЛОВЕКА И БИОСФЕРУ

Проведенные анализ и систематизация существующих методов и средств снижения негативного воздействия токсикологических загрязнений на человека и биосферу позволили установить, что все известные на сегодня мероприятия по снижению токсического воздействия можно разбить на две большие группы: минимизация использования веществ и материалов, содержащих токсические компоненты, и предотвращение загрязнений на основе мониторинга негативного воздействия и переработки веществ и материалов, содержащих опасные токсичные компоненты (рис. 1).

При этом мероприятия, направленные на минимизацию использования вредных веществ и материалов, содержащих токсичные вещества, и предотвращение загрязнений от них, позволяют обеспечивать принципы экологически чистого производства еще на стадии его подготовки, а методы мониторинга и переработки вредных веществ и материалов – в процессе

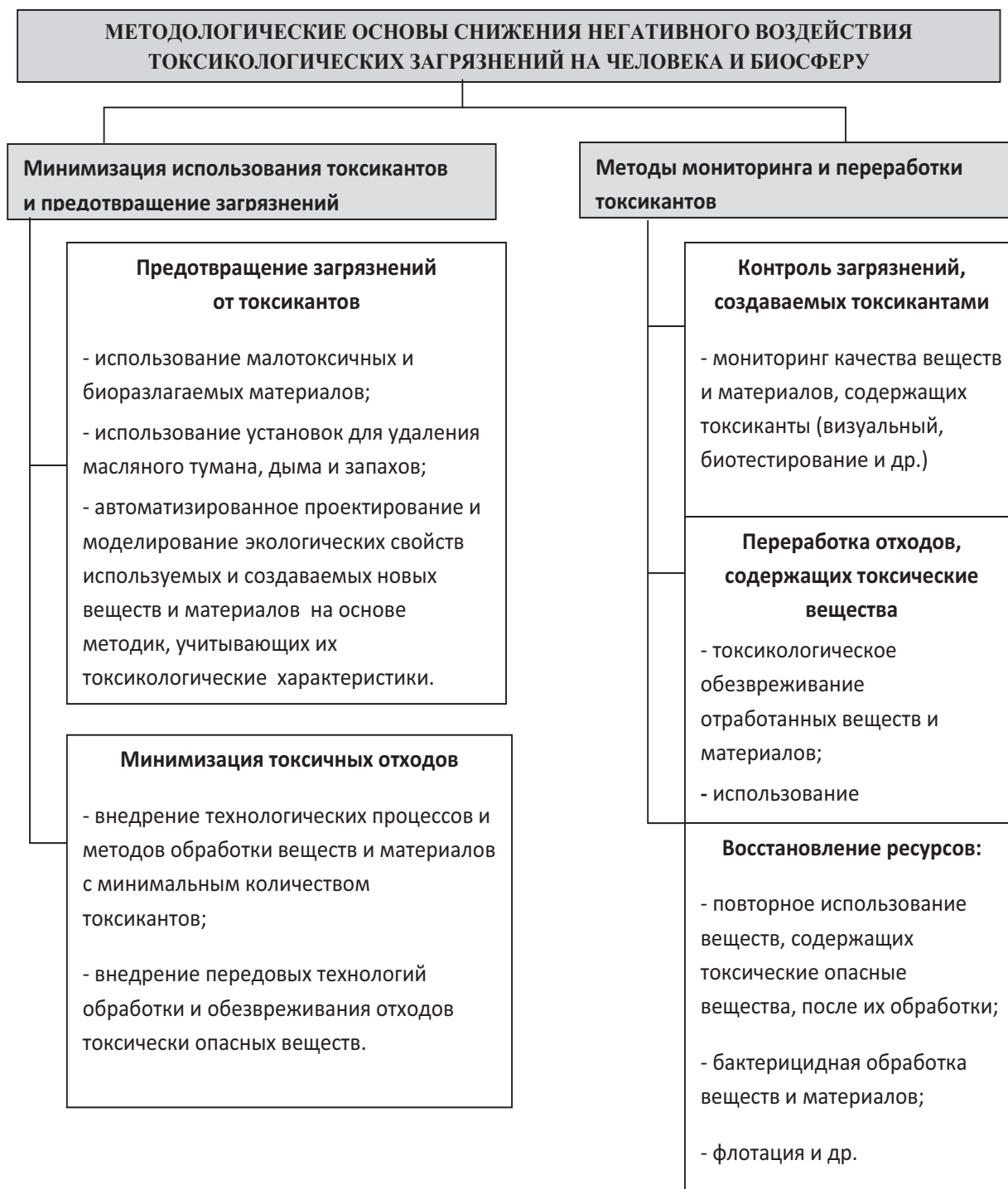
функционирования основных технологических операций.

Рассмотрим основные мероприятия, направленные на минимизацию использования вредных веществ и материалов с высоким содержанием токсически опасных компонентов и предотвращение загрязнений от них, отдельно.

Использование веществ и материалов с минимальным содержанием токсических опасных компонентов. Например, современные сма-

зочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов являются сложными многокомпонентными системами. Подавляющее большинство (более 95%) выпускаемых промышленностью смазочно-охлаждающих жидкостей в своем составе содержат масла. Так, водосмешиваемые СОЖ содержат в своем составе до 70% масел.

2. Использование технических средств защиты. Например, могут быть использованы



**Рис. 1.** Методологические основы снижения негативного воздействия токсикологических загрязнений на человека и биосферу



фильтры и сепараторы, предназначенные для очистки воздуха от паров токсичных веществ, частиц масляного тумана, аэрозоля, эмульсионного тумана и дымов, образующихся при различных технологических процессах. Отдельные модели фильтров могут очищать воздух от пыли, дымов и газов, а также от частиц тому подобных загрязнений размером до 0,01 микрон и менее. Эффективность очистки воздуха при этом достигает 99,99%.

Это направление является достаточно перспективным, поскольку большое количество вредных веществ поступает как в цеха, вызывая профессиональные заболевания рабочих, так и с вентиляционными выбросами в воздушный бассейн, загрязняя окружающую среду.

3. Тенденции использования вредных веществ и материалов с минимальным количеством токсичных компонентов.

4. Мониторинг веществ и материалов, содержащих токсические опасные компоненты. Например, для эффективного и своевременного контроля и корректировки показателей эксплуатационных свойств СОЖ рекомендуется периодически осуществлять мониторинг качества СОЖ и оперативно принимать корректирующие мероприятия. К самым простым методам экспресс-оценки относят:

- визуальный осмотр, который позволяет оценивать внешний вид (цвет и однородность), свидетельствующий о степени «старения» СОЖ, качестве приготовления рабочих составов и т.д.;

- органолептический, который позволяет оценивать качество СОЖ по запаху. Специфический, гнилостный и т.д. запах характеризует наличие нежелательных примесей, бактерий или грибное поражение технологической среды, ухудшающих условия труда персонала.

Также используется ряд других методов: рефрактометрический или кислотный, весовое определение увеличения массы резины, визуальный осмотр поверхности лакокрасочного покрытия после циклического полива раствором или эмульсией СОЖ и др. Но все указанные методы направлены на оценку эксплуатационных и физико-химических показателей СОЖ.

Биотестирование позволяет оперативно оценивать токсичность. Показателем степени токсичности при биотестировании служит изменение выбранной тест-функции биоиндикаторного организма при его взаимодействии с пробой среды. Успешное применение биотестирования для оценки токсичности с использованием в качестве тест-объектов зеленой протококковой водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) и дафний (*Daphnia magna* Straus) показано в работах [3-8].

Следует также активно внедрять технологии обезвреживания отработанных веществ и материалов, содержащих опасные токсичные компоненты.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрена проблема снижения негативного воздействия токсикологических загрязнений на биосферу. Предложена обобщенная теория снижения токсикологических загрязнений на человека и биосферу, включающая анализ особенностей негативного воздействия токсикологических загрязнений на человека и биосферу, систематизацию методов снижения негативного воздействия, разработку методологических основ снижения воздействия токсикологического загрязнения.

Можно сделать общий вывод, что только путем разработки и внедрения комплекса различных мероприятий (контролирующих, административных технических, законодательных и др.) может быть достигнуто эффективное снижение токсикологического воздействия вредных веществ на человека и биосферу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В. Комплексный экологический мониторинг как фактор обеспечения экологической безопасности // Академический журнал Западной Сибири. 2014. Т. 10. № 2. С. 23.
2. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. 201 с.
3. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко Ю.П., Васильев В.А. Общие подходы к биоиндикационной оценке водных экосистем по степени токсичности // В сборнике: ЕЛРПГ-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции). Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. Т. 4. С. 55-61.
4. Заболотских В.В., Васильев А.В. Мониторинг токсического воздействия на окружающую среду с использованием методов биоиндикации и биотестирования: Монография. Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. 233 с.
5. Заболотских В.В., Васильев А.В. Комплексный мониторинг антропогенного загрязнения в системе обеспечения экологической безопасности города // Вектор науки ТГУ. 2012. № 2 (20). С.58 – 62.
6. Корш Л.Е. Артемов Т.З. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды, М.: Медицина. 1978. 272 с.
7. Куриленко В.В., Зайцева О.В. Экспресс-оценка токсичности вод на основе биотестирования на примере поверхностных водоемов Санкт-Петербурга // Водные ресурсы – 2005. Т.32. № 4. С. 425-434.
8. Перегудов Д.Н., Васильев А.В., Заболотских В.В. Биологические исследования экологического состояния водоёмов г.о. Тольятти // Стратегическое планирование развития городов и регионов. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина: IV Международная научно-практическая конференция (Тольятти, 30 июня 2014 года) сборник научных

- трудов: в 2 ч. /отв. ред. Ю.А.Анисимова. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014. Ч. 2. С. 376.
9. Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Оценка качества биоиндикаторов // Биоиндикация экологического состояния равнинных рек. М.: Наука, 2007. С. 370-380.
  10. Хамидуллова Л.Р., Васильев А.В. Воздействие СОЖ предприятий машиностроения как проблема техносферной безопасности // Сб. трудов II межд. экологического конгресса (IV межд. научно-техн. конф.) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ЕЛПИТ-2009. Тольятти, 2009. Т. 4. С. 290-295.
  11. Хамидуллова Л.Р., Васильев А.В. Классификация негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и биосферу и методов его снижения // Сб. научных докладов межд. инновационного форума молодых ученых «YOUNG ЕЛПИТ» в рамках III межд. экологического конгресса (V межд. научно-техн. конф.) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ЕЛПИТ 2011. Тольятти - Самара, 2011. Т. 2. С. 142-147.
  12. Хамидуллова Л.Р., Васильев А.В. Смазочно-охлаждающие жидкости как фактор негативного воздействия на человека и окружающую среду // Сб. материалов межд. заочной научно-практ. конф. "Стратегическое планирование развития городов России" памяти 1-го ректора ТГУ С.Ф. Жилкина. - Тольятти, 2011. - Т. 2. - С. 98-100.
  13. Khamidulova, L.R., Vasilyev, A.V. Approaches for the Reduction of Negative Impacts of Lubricating Cooling Liquids in Industrial Sites: the AVTOVAZ Case Study // Book of abstracts of the 8<sup>th</sup> International Scientific Conference "Health, Work and Social Responsibility" ЮНА-2010. - Rome, Italy, 2010. - P. 40.
  14. Vasilyev A.V., Zabolotskikh V.V., Vasilyev V.A. Development of methods for the estimation of impact of physical factors on the health of population // Safety of Technogenic Environment. 2013. № 4. Pp. 42-45.
  15. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. Pp. 43-46.

## GENERALIZED THEORY OF REDUCTION OF NEGATIVE IMPACT OF TOXIC POLLUTIONS TO BIOSPHERE

© 2018 A.V. Vasilyev

Samara Scientific Center of Russian Academy of Science

The paper is devoted to the problem of reduction of negative impact of toxic pollutants to biosphere. Generalized theory of reduction of negative impact of toxic pollutants to the man and biosphere is suggested, including analysis of peculiarities of negative impact of toxic pollutants to the man and to biosphere, systematization of methods of reduction of negative impact, development of methodological basics of reduction of negative impact of toxic pollutants.

*Keywords:* toxic pollution, impact, biosphere, theory, reduction.