

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

**Представлены сведения об обнаружении лекарственных препаратов в окружающей среде, в частности, в водных объектах. Указаны некоторые негативные последствия лекарственного загрязнения водных объектов для человека и гидробиоты. Предложено применение расчетных технологий типа «структура-активность» для прогноза побочного действия лекарств, выступающих как загрязняющие вещества в воде, и прогноза фармакологических активностей других загрязняющих органических ксенобиотиков. Рекомендованы некоторые пути снижения лекарственного загрязнения природных вод.**

## Введение

Лекарства являются неслучайным спутником и, в какой-то степени, важным фактором развития человека и формирования всех цивилизационных периодов. В настоящее время разработка новых лекарств и их производство превратились в мощную отрасль науки и промышленности. Например, мировой рынок препаратов только для лечения инфекционных заболеваний оценивался в 2007 г. в 66,5 млрд. долларов США, 2/3 из которых приходилось на рынок антимикробных препаратов. Объем импорта субстанций антибиотиков в 2007 г. в России составлял в натуральном исчислении 640517 кг, в стоимостном исчислении – 22,415 млн. долларов [1, 2]. Велики объемы использования лекарственных препаратов в животноводстве и птицеводстве. По данным американского агентства Associated Press, в 2008 г. в США было использовано около 15 млн. кг антибиотиков, из них 70 % – в животноводстве [3]. По данным маркетингового исследования компании Research Techart в России на животных ежегодно расходуется около 3,5 тыс. т антибиотиков. По данным исследовательской компании Abercade в 2009 г. объем рынка антибиотиков для животноводства в России составил 53,713 млн. долл. [3]. Даже в плодоводстве нашлось место лекар-

ствам – в 1995 г. в США для обработки фруктовых деревьев в основных штатах, занимающихся плодоводством, были использованы свыше 11 т стрептомицина и 6 т окситетрациклина. При этом было обработано 20 % посадок яблоневых деревьев, 35–40 % – персиковых деревьев, 4 % – грушевых деревьев [4]. Объем аптечного рынка в России в 2010 г. достиг 316,058 млрд. руб. (10,408 млрд. долл.) [5].

В России утверждена Стратегия развития фармацевтической промышленности на период до 2020 г. («ФАРМА-2020»). Среди важных задач стратегии – увеличение доли продукции отечественного производства на внутреннем рынке до 50 % в стоимостном выражении к 2020 г. [6].

Развитие молекулярной биологии, геномной инженерии, синтетической химии и некоторых других направлений современной науки, познание механизмов многих болезней и т.п. резко увеличили возможность создания лекарственных препаратов нового поколения. Они более эффективные, сильнодействующие, узконаправленные на определенные мишени и более опасные при действии не по назначению.

При таком количественном и качественном росте фармацевтической промышленности и широком применении лекарств неизбежно попадание препаратов как старого, так и нового поколений в окружающую среду. Среди наиболее возможных и крупных источников такого загрязнения можно выделить само производство (при недостаточной очистке стоков, при аварийных ситуациях и др.), медицинские и аптечные учреждения (при неправильной утилизации медицинских отходов), исследовательские центры, где создаются и изучаются новые лекарства, сельское хозяйство как активный потребитель лекарств для животноводства и птицеводства. Наконец, сам человек вносит свой вклад в лекарственное загрязнение окружа-

## Г.М. Баренбойм\*

доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук

## М.А. Чиганова,

аспирант, младший научный сотрудник, ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук

\* Адрес для корреспонденции: [gbarenboim@gmail.com](mailto:gbarenboim@gmail.com)

ющей среды при выводе части лекарств и их метаболитов из организма, выбрасывании просроченных лекарств, использованных шприцов, ампул и т.д.

Неконтролируемое поступление лекарственных препаратов в окружающую среду может приводить к возникновению негативного влияния на биоту и человека. Всё это дает толчок к развитию нового направления в изучении загрязнения окружающей среды: необходимо определять содержание в окружающей среде лекарств и их метаболитов, а также лекарственно-подобных соединений среди ксенобиотиков, не применяемых в медицине, и продуктов их превращений; необходимо также выявлять реальные источники лекарственного загрязнения, обеспечивать очистку окружающей среды, в том числе, вод от лекарств и развивать систему соответствующих законодательных и нормативных актов.

#### Обзор фактических данных

Изначально проблема распространения лекарственных веществ в окружающей среде была поднята в США еще в 1970-е годы и почти десять лет спустя в Англии. Тем не менее, только в середине 90-х годов в связи

со все увеличивающимся производством и потреблением лекарств и в связи с активным развитием аналитических методов, в частности, высокочувствительной и высокоселективной хроматографии и масс-спектрометрии для анализа лекарственных средств в следовых количествах развернулись масштабные исследования в обсуждаемом направлении [4].

В настоящее время работы по обнаружению лекарств в окружающей среде, в частности, в поверхностных водах суши и в сточных водах, поступающих в природные, были проведены во многих странах (например [7]). Обобщенные материалы представлены в работе [8], где приведены данные по поступлению лекарств в водную среду и рассмотрены методы их обнаружения,

Большинство сообщений о загрязнениях лекарствами посвящено таким группам препаратов как антибиотики, половые гормоны, нестероидные противовоспалительные средства, а также антиэпилептические и антидепрессантные средства (табл. 1) [4]. Эти группы веществ способны в следовых концентрациях и при длительном воздействии оказывать негативное влияние на гидробиоту и человека.

**Таблица 1**

Некоторые классы лекарственных средств и индивидуальные лекарства, обнаруженные в водных объектах различных стран [4]\*

Классы лексредств	Название лекарства	Конц., нг/л	Страна	Название лекарства	Конц., нг/л	Страна
Антибиотики	Ципрофлоксацин	79,6–119,2	Португалия	Эритромицин	137	Юж. Корея
	Офлоксацин	11-77	Китай	Сульфаметоксазол (0,25 нг/л)	402	Италия
	Триметоприм (0,25 нг/л)	24	Сербия	Хлортетрациклин	420	США
Гормоны	17β-эстрадиол (0,5 нг/л)	0,6–1,0	Япония	Эстрон (0,2 нг/л)	18	Китай
	Эстриол	0,3	Италия	17α-этинилэстрадиол (1 нг/л)	73	США
Нестероидные противовоспалительные средства	Напроксен (0,5 нг/л)	22,4	Китай	Кетопрофен	<26	Словения
	Диклофенак	20-60	Бразилия	Индометацин	<1–33,5	Юж. Корея
	Ибупрофен	<30-115,2	Румыния	Парацетамол	<50	Великобритания
Анти-депрессанты	Сертралин	0,84-2,4	Канада	Циталопрам	3,4-11,5	Канада
	Флуоксетин (0,5 нг/л)	0,42-1,3	Канада	Норфлуоксетин (0,5 нг/л)	0,77	США
	Пароксетин	1,3-3,0	Канада	Венлафаксин	12,9-45,9	Канада
Противоэпилептические средства	Карбамазепин (0,5 нг/л)	8-130	Сербия	Карбамазепин-10,11-эпоксид	<52	Франция

\* в скобках даны известные значения максимально допустимого остаточного уровня (MRL), утвержденные US EPA [9].

Не случайно в разных странах уделяется особое внимание лекарственному загрязнению вод. Легкость распространения лекарственного загрязнения в водных объектах, перенос загрязнения водотоками, включая трансграничные переносы, воздействие на гидробиоту и, наконец, возможность загрязнения питьевых вод делают водное загрязнение лекарствами наиболее опасным. Кроме того, значительная доля лекарств и их метаболитов выносятся сточными водами.

Так, например, антибиотик линкомицин был обнаружен в больничном и животноводческом стоках в США (2–6,6 мг/л). Антибиотики фторхинолоны были найдены в больничных стоках США и Португалии (2–11 мг/л), в США, Португалии и Швеции в стоке очистных сооружений (90–1000 нг/л) и сточных водах (<6–310 нг/л), а также в поверхностных водах, таких как реки Ламбро в Италии (14,36 нг/л) и Мондего в Португалии (79,6–119,2 нг/л). Энрофлоксацин, используемый в ветеринарии, был обнаружен в стоке очистных сооружений (121,8–447,1 нг/л) и в сточных водах (53,7–270 нг/л) в Португалии и США, а также в поверхностных водах р. Мондего в Португалии (67,0–102,5 нг/л). Окситетрациклин, антибиотик разрешенный для применения в ветеринарии, был обнаружен в реках По и Ламбро в Италии (248,90 и 24,40 нг/л, соответственно) [4]. Можно предполагать, что и в этом случае лекарственные вещества попали в реки через сточные воды. Следует также отметить, что в окружающей среде, например, в поверхностных природных водах, возникают физико-химические трансформанты, а также биохимические метаболиты лекарств, генерируемые, в частности, гидробиотой, зачастую обладающие как самостоятельной фармакологической активностью, так и новыми токсикологическими активностями. Кроме того, в окружающую среду попадают и лекарственно-подобные соединения антропогенного происхождения, т.е. соединения, обладающие фармакологическим действием, но никогда не применяемые на практике по этой функциональной принадлежности. Такие соединения могут также оказывать негативное действие на биоту и человека. Знание лекарственной активности таких квазилекарств позволяет, в принципе, судить о возможной мишени их действия.

В России работы по лекарственному загрязнению вод начались в 2009 г. рекогносцировочными исследованиями Института водных проблем РАН в интересах МГУП «Мосводоканал». Цель этих работ – создание общей методологии обнаружения

лекарств, выявления метаболитов и поиска их исходных субстратов, а также методологии расчетного определения фармакологической активности ксенобиотиков, формально не являющихся лекарствами. Эти работы (2009-2011 гг.) привели к обнаружению в водах ряда водохранилищ и рек, являющихся источниками питьевого водоснабжения Москвы, лекарств, их метаболитов и ксенобиотиков с лекарственной активностью, не являющихся официально признанными лекарствами [10, 11]. Анализ водных проб выполнялся в ООО «ЦНТС ХимБиоБезопасность».

Собственный опыт и критический обзор публикаций по методам идентификации и определения содержания в воде лекарств, их метаболитов и продуктов физико-химической трансформации, а также органических ксенобиотиков – квазилекарств показал, что оптимальными для этих задач являются методы хромато-масс-спектрометрии с предварительным концентрированием анализируемых веществ. При этом наибольшая чувствительность и специфичность достигается при ориентации метода на конкретное индивидуальное вещество или определенный химический класс таких веществ.

Однако возможное потенциометрирование действия разных веществ требует проведения также скринингового анализа, определяющего (в пределах чувствительности) весь перечень загрязняющих веществ. Пределы определения при этом загроуляются по сравнению с методами, ориентированными на индивидуальное вещество. Такой скрининговый метод был разработан в ООО «ЦНТС ХимБиоБезопасность» с участием авторов данной работы и включает две аналитические «ветви», рассчитанные на обнаружение полярных и неполярных ксенобиотиков и учет биполярных [12].

Низкое содержание лекарств в природных водах, тем не менее, способно создать заметные дозы при непрерывном воздействии на биоту и человека. В литературе рассматриваются механизмы действия очень малых доз химических веществ на различные организмы (например [9, 13]). Не вдаваясь в обсуждение подобных эффектов, отметим две особенности лекарственного загрязнения применительно к антибиотикам и гормонам. При оценке эффекта длительного воздействия лекарственного загрязнения вод на гидробиоту и человека следует отметить, что многие исследования показывают развитие бактериальной устойчивости и дальнейшего потенциального появления перекрестной резистентности между различными классами антибиотиков по отношению к человеку



[14]. Кроме того, исходя из общих представлений, можно предположить, что, постоянно сосуществуя с патогенными микроорганизмами в водной среде, антибиотики делают их менее восприимчивыми к лекарствам. Это создает угрозу снижения эффективности действия антибактериальных средств при генерации инфекционных заболеваний.

Половые гормоны, как известно, исходно способны проявлять свою биологическую активность даже при низких концентрациях [4]. По результатам многочисленных исследований установлено, что наиболее часто в водных объектах встречаются эстрогены, часть которых может производиться непосредственно гидробиотой. Для примера укажем, что были отмечены нарушения репродуктивной функции, а также увеличение популяции самок по сравнению с самцами у рыб, обитающих в реках Великобритании, содержащих подобные соединения [4]. Было также показано, что прогестерон приводит к увеличению доли самцов у рачков *Daphnia magna* S. [15].

Формальным доказательством опасного действия низких концентраций лекарств являются значения аналога ПДК, введенного Агентством по охране окружающей среды США – US EPA (табл. 2).

#### *Определение фармакологических активностей химических соединений на основе информационных технологий*

Практически многие химические соединения в той или иной степени могут проявлять фармакологическую активность. Проявление такой активности, названной нами квазифармакологической, у органических соединений (квазилекарств), обнаруженных, например, в водной среде, может негативно сказаться на гидробиоте и человеке. Кроме того, как уже отмечалось выше, через квазифармакологическую активность можно определять мишень действия соединений (системы, органы, ткани, клетки, биохимические и молекулярно-биологические процессы), если механизм такой фармакологической активности известен.

Кроме того, сами официально признанные лекарства практически всегда имеют побочную биологическую активность – непреднамеренное действие, выходящее за рамки рассчитанного терапевтического эффекта, наблюдаемое при использовании лекарственного средства в рекомендуемых дозах [16].

О важности и необходимости изучения безопасности фармакотерапии свидетельствует Международная программа ВОЗ по мониторингу лекарств, которая начала действовать в 1968 г. В настоящее время в Программе участвуют 86 стран (Россия присоединилась к

Программе с 1998 г.). Главной задачей Программы является раннее, насколько возможно, обнаружение «сигналов» о проблемах безопасности лекарств [17].

Статистические законы свидетельствуют, что для выявления серьезных побочных явлений, встречающихся с частотой 1 на 10 тыс. (это считается относительно частым), минимальное исследование необходимо провести у 30 тыс. больных. Однако при регистрации нового препарата исследование проводится у ограниченного числа пациентов. Выявление новых неблагоприятных побочных реакций возможно после регистрации (постмаркетинговые наблюдения), когда препарат получает значительное число больных разного возраста, с сопутствующими заболеваниями, в сочетании с другими лекарствами.

В России в конце 2007 г. организован Федеральный центр мониторинга безопасности лекарственных средств. Кроме того, начали активную работу региональные центры по контролю безопасности лекарств. Обязанность сообщать о подозреваемых неблагоприятных побочных реакциях закреплена законодательно в Федеральном законе о лекарственных средствах (86-ФЗ от 10 июня 1998 г.) [17].

В связи с вышесказанным становится целесообразным доэкспериментное определение (прогноз) нежелательного побочного действия существующих лекарств в более широком перечне, чем официально сформулированный. Для возможного решения такой задачи наиболее эффективно проявило себя использование расчетных технологий, например, на основе взаимосвязи «структура-активность». Одной из таких технологий является разработанная в ФГБУН Институте биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича РАМН компьютерная программа

**Таблица 2**

Значение максимально допустимого остаточного уровня (MRL) для некоторых лекарств (фрагмент полного перечня) [9]

Название	MRL (нг/л)	Название	MRL (нг/л)
Мепробамат	0,25	Аторвастатин	0,25
Фенитоин	1	Диклофенак	0,25
Атенолол	0,25	Эстрон	0,2
Карбамазепин	0,5	Напроксен	0,5
Гемфиброзил	0,25	Норфлуоксетин	0,5
Сульфаметоксазол	0,25	o- p- гидроксидаторвастатин	0,5
Флуоксетин	0,5	Рisperидон	2,5
Диазепам	0,25	Тестостерон	0,5
Прогестерон	0,5	Триметоприм	0,25
Этинилэстрадиол	1	Эстрадиол	0,5

PASS [18]. Эти же технологии, на наш взгляд, разумно использовать и для расчета фармакологических и токсических видов биологической активности квазилекарств, выступающих как компоненты загрязнения вод, что впервые было проделано в Институте водных проблем РАН [10, 11].

Современная версия программы PASS прогнозирует более 4000 видов биологической активности со средней точностью свыше 95 % (скользящий контроль с исключением по одному). Обучающая выборка программы содержит информацию о более чем 250000 лекарственных препаратов и биологически активных соединений, включая данные о многих химических токсикантах.

Программа позволяет классифицировать биологическую активность по классам: а) токсичность; б) макроэффекты (фармакологические эффекты); в) биохимические механизмы действия; г) химические превращения в терминах метаболизма; д) эффекты влияния на генную экспрессию; е) эффекты влияния на белки-транспортеры [18].

Биологическая активность описывается в PASS качественно («активное» или «неактивное») в виде спектра активностей органического соединения – множества различных терминов для видов активности, описывающих результат взаимодействия вещества с различными биологическими объектами. Спектр биологической активности отражает

«внутренние», присущие данному соединению свойства, зависящие только от его химического строения. В PASS принимается, что вещество не обладает теми видами активности, которые не указаны в его спектре [18].

Особенности применения PASS к прогнозу биологической активности ксенобиотиков, в том числе с фармакологической активностью, выступающих как компоненты загрязнения вод, рассмотрены в [19-21].

*Некоторые нормотворческие меры, связанные с лекарственным загрязнением вод*

Наличие лекарственного загрязнения вод и вытекающих из этого экологических рисков для гидробиоты и человека, а также обнаружение реального воздействия этого загрязнения на живые организмы вызвало в различных странах появление специальных законодательных актов и нормативных документов. В России аналогичная законодательная и нормативная инициатива в аналогичных масштабах пока отсутствует и ее появление становится всё более необходимым.

Сказанное подтверждается *табл. 3*, где приведен сравнительный анализ некоторых законодательных и подзаконных актов в США, ЕС и России, а также *табл. 2*, где дано значение величины, принятой в США, аналогичной ПДК для некоторых лекарств (фрагмент перечня); в России такое специальное нормирование отсутствует.

**Таблица 3**

Сравнение имеющегося законодательства, касающегося лекарственного загрязнения в России и зарубежных странах

Зарубежные страны и их сообщества	Россия
Указания о размещении неиспользованной фармацевтической продукции, её утилизации (см. в законе «Water Quality Investment Act», 2009, США)	Аналоги отсутствуют
Перечень US EPA из 104 органических ксенобиотиков, в т.ч. фармсоединения (эстрадиол, эритромицин, нитроглицерин и др.) для включения в закон о безопасной питьевой воде	Аналоги отсутствуют
Документ US EPA «Контроль за отходами медицины и медицинской промышленности» (особое внимание к лекарственной составляющей отходов)	СанПиН 2.1.7.728-99 «Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений» (недостаточное внимание к лекарственной составляющей медотходов)
Европейская стратегия по лекарствам в окружающей среде (Pharmaceuticals in the Environment. Results of European Environment Agency Workshop)	Аналоги отсутствуют; можно отметить МУ 1.1.726-98 «Гигиеническое нормирование лекарственных средств в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и воде водных объектов» (относится к рабочим зонам при производстве лекарств)
Директива ЕС 2001/83/ ЕС по организации централизованных систем сбора использованных и просроченных медикаментов	Аналоги отсутствуют
Предложенные US EPA значения максимально допустимого остаточного уровня (MRL)	Аналоги отсутствуют

*Некоторые рекомендации по снижению лекарственного загрязнения вод и по уменьшению его негативных последствий*

К числу подобных рекомендаций можно отнести следующие:

- принятие мер административного и нормотворческого характера по уменьшению лекарственного загрязнения природных вод;
- каталогизация и картирование основных источников лекарственной нагрузки для проведения превентивных мер;
- совершенствование и развитие систем мониторинга водных объектов – источников водоснабжения для идентификации и оценки содержания химических соединений с фармакологической активностью, а также для определения биологической опасности лекарственного загрязнения;
- совершенствование технологий водоподготовки применительно к лекарственному загрязнению питьевых вод;
- изучение действия лекарственного загрязнения на гидробиоту и нормирование этого воздействия;
- разработка норм ПДК для наиболее опасных лекарств (активное начало, добавочные компоненты, метаболиты) в природных и питьевых водах;
- конструирование лекарственных препаратов, деградирующих в водной среде до безопасных фрагментов в сроки, заметно превышающие период их выведения из организма и сроки хранения в растворимой водной форме.

## Заключение

**В** современном мире интенсивное производство и применение лекарств приводит к их постоянному и несанкционированному попаданию в окружающую среду и, в первую очередь, в водные объекты. Источниками такого загрязнения служат фармацевтические предприятия, больницы, аптеки, животноводческие и птицеводческие хозяйства, где также используются лекарства, и, наконец, сам человек – потребитель лекарств.

Исследования, проведенные в разных странах, в т.ч. и исследования авторов данной работы, проведенные в России, показали реальное присутствие разнообразных классов лекарств в природных поверхностных, а также в сточных водах. В ряде работ было продемонстрировано, что лекарства как компоненты загрязнения воздействуют на гидробиоту. Предполагается также воздействие лекарственного загрязнения на человека через питьевую воду и продукты рыбного хозяйства.

## Ключевые слова:

лекарственное  
загрязнение вод,  
биологическая  
активность

Показана эффективность применения расчетных технологий типа «структура – активность» для оценки побочного токсического действия лекарств и их метаболитов, а также для выявления возможных фармакологических активностей любых органических соединений.

Рекомендованы некоторые пути снижения лекарственного загрязнения вод и уменьшения его негативных последствий.

*Авторы благодарят заведующего лабораторией Института биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича РАМН докт. биол. наук, проф. В.В. Поройкова за консультативное содействие в работе, студентку экологического факультета РУДН О.Ю. Беляеву за помощь в сборе некоторых материалов.*

## Литература

1. Антибиотики: тенденции мирового рынка. Академия Конъюнктуры Промышленных Рынков – [http://www.newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=2802&cat\\_id=10&page\\_id=1](http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=2802&cat_id=10&page_id=1)
2. Жиганова Л.П. Использование антибиотиков в сельскохозяйственном производстве США и стран Европейского Сообщества – [http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36424.php?ELEMENT\\_ID=36424](http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36424.php?ELEMENT_ID=36424)
3. Басова Е. Война миров: антибиотики в сельском хозяйстве // Научно-попул. портал Биомедиа.рф, сентябрь 2011 – <http://биомедиа.рф/main/612-voyna-mirov-antibiotiki-v-selskom-hozyaystve.html>.
4. Santos L. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment / Santos L., Araujo A., Fachini A. et al. // Journal of Hazardous Materials. 175, 2010. P. 45–95.
5. В 2010 россиянин потратил на лекарства в среднем 94,89 долл. // Новости портала Ремедиум, 24.03.2011.
6. Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2020 года – <http://www.pharma2020.ru/>.
7. Шпаков А. Смерть из канализации // Коммерсант № 110 (1754) от 26.06.1999.
8. Ternes T., Joss A. Human pharmaceuticals, hormones and fragrances: the challenge of micropollutants in urban water management. IWA Publishing; London, UK, 2007, 468 p.
9. Snyder S., Lue-Hing C., Cotruvo J. et al. Pharmaceuticals in the water environment. NACWA. p. 34.
10. Данилов-Данильян В.И. Новые методы оценки биологической активности ксенобиотиков в водных объектах / В.И. Данилов-

Данильян, С.В. Храменков, В.В. Поройков и др. // Методы анализа и контроля качества воды: Мат. конф. – М.: Науч. совет РАН по аналит. химии, Эколого-аналит. орг. «Эко-аналитика», Инст. геохимии и аналит. химии им. В.И. Вернадского РАН, 2012. С. 5.

11. Чиганова М.А. Лекарства – новая угроза для окружающей среды в XXI в. // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: сб. труд. Пятой междунар. научн. конф. мол. ученых и талантл. студент. Учреждения Российской академии наук Института водных проблем РАН. М: ИВП РАН, 2011. С. 152-155.

12. Баренбойм Г.М. Оценка биологической опасности органических ксенобиотиков / Г.М. Баренбойм, М.А. Чиганова, А.В. Аксенов // Методы оценки соответствия. 2011. № 7. С. 28-33.

13. Бурлакова Е.Б. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивных физических факторов / Е.Б. Бурлакова, А.А. Конрадов, Е.Л. Мальцева // Хим. физика. 2003. Т. 22, № 2. С. 21-40.

14. Супотницкий М. В. Механизмы развития резистентности к антибиотикам у бактерий // Биопрепараты. 2011. № 2 (42). С. 4-44. [http://biopreparaty-magazine.ru/archive/2011/2\\_42/](http://biopreparaty-magazine.ru/archive/2011/2_42/).

15. Ежова Е. Некоторые аспекты воздействия гормонов позвоночных на водных беспозвоночных в связи с проблемой лекарственного загрязнения водоемов и водотоков / Е. Ежова, Н. Чибисова, Ю. Полунина // Стендовый доклад Всерос. науч. конф. «Устойчив. водн. объектов, водосборных и прибреж. террит.; риски их исп.», 2011. Калининград. 1 с.

16. Паттерсон Р. Аллергические болезни: диагностика и лечение: Пер. с англ. / Р. Паттерсон, Л.К. Грэммер, П.А. Гринбергер. Под ред. А.Г. Чучалина. М.: ГЭОТАР Медицина, 2000. 768 с.

17. Богатищев О.А. Организация мероприятий по мониторингу побочного действия лекарственных средств в лечебных учреждениях (ФАРМАКОНАДЗОР) / О.А. Богатищев, Ю.Н. Чернов, Г.А. Батищева и др. // Метод. рекомендации для врачей. Воронеж: Регион. центр монит. безопасн. лек. средств ГУЗ «Воронежский ЦКК и СЛС», Воронеж. гос. мед. академия им.Н.Н.Бурденко, 2009. 27 с.

18. Филимонов Д.А. Прогноз спектра биологической активности органических соединений / Д.А. Филимонов, В.В. Поройков // Российский химический журнал. 2006. Т. 50. № 2. С. 66-75.

19. Баренбойм Г.М. Мониторинг органических ксенобиотиков, включая лекарства, на водных объектах (проблемы оценки биологической активности) / Г.М. Баренбойм, Е.В. Веницианов, М.А. Чиганова и др. // Сб. труд. всерос. науч. конф. «Устойчив. водн. объектов, водосборных и прибреж. террит.; риски их исп.», Калининград: Капрос, 2011. С. 16-24.

20. Barenboim G.M. Evaluation of biological hazards of organic xenobiotics in the monitoring of water objects (problems and ways of their solutions) // Internat. Meeting «Risk management in aquatic systems: the influence of anthropogenic and climatic changes», Ontario, Canada, 2010. 14 p. (electronic version)

21. Чиганова М.А. Лекарственное загрязнение водных объектов: некоторые аспекты в связи с двойными технологиями / М.А. Чиганова, Г.М. Баренбойм // Сб. науч. труд. 12-ой специализ. выставки «Изделия и технологии двойного назначения. Диверсификация ОПК» научно-практич. конф. «От инноваций к технике будущего», Москва, КрокусЭкспо, 15-18 ноября 2011 (электронное издание).

G.M. Barenboim, M.A. Chiganova

## PHARMACEUTICAL POLLUTION OF SURFACE AND WASTE WATER

The article represents data on observation of pharmaceuticals in environment in particular water bodies. Some negative effects of pharmaceutical water pollution for people and hydrobiota are emphasized. Calculations of "structure-activity" type were proposed to apply for forecast of side effects of pharmaceutical water pollutants and pharmacologic actions of other organic xenobiotics. Some ways of pharmaceutical water pollution decreasing were recommended.

**Key words:** pharmaceutical water pollution, biological activity, pharmacological activity, calculations of "structure-activity", xenobiotics.