

# ВОДА MAGAZINE

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. ВОДООТВЕДЕНИЕ

www.watermagazine.ru

№5 (69) Май 2013

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ GRUNDFOS  
ДЛЯ МАСШТАБНЫХ ИДЕЙ

www.grundfos.ru



Реклама. Товар сертифицирован.

be  
think  
innovate

GRUNDFOS

**На Московском НПЗ введены  
в строй новые механические  
очистные сооружения  
закрытого типа**

**Процесс Sambi (TNP) для  
высокоскоростного сбраживания и  
разложения осадков сточных вод**

**ОАО «Казаньоргсинтез»  
очищает стоки с помощью  
микрофилтрации**

**Перспективы развития систем  
водоснабжения в России**

**Копенгаген - образец  
для многих стран мира**





## Время диктует усилить контроль

### Водная экотоксикология пестицидов и современные тенденции регулирования их обращения

Россия все больше интегрируется в мировую экономику, вступает в ВТО, а с 2007 года начала присоединение к Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР). Эта международная организация, объединяющая 33 наиболее развитые страны мира, среди прочих видов деятельности большое внимание уделяет вопросам гармонизации регулирования обращения химической продукции, в том числе и пестицидов. Основные принципы этого регулирования, которыми должна руководствоваться Россия как будущий член ОЭСР, изложены в приложении А.IV «Дорожной карты присоединения Российской Федерации к конвенции об учреждении ОЭСР» [5]. Они подразумевают:

- сопоставимость применяемой нормативно-правовой базы в сфере защиты человека и окружающей среды;
- продвижение применяемой в ОЭСР системы регулирования оборота химических веществ для формирования равных «правил игры»;
- взаимное признание данных по оценке опасности химических веществ.

Сформулированная ранее общая стратегия регулирования обращения пестицидов в России [1] предполагает учет этих принципов ОЭСР, а также основных положений документа ООН «Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС)» [11] и соответствует заявленной позиции правительства РФ о гармонизации российских фитосанитарных мер с международными стандартами [8]. Данная статья развивает и детализирует основные положения этой стратегии, касающиеся водной экотоксикологии пестицидов.

#### Пестициды - как загрязнители водоемов и их влияние на водные организмы

Среди разнообразной химической продукции, выпускаемой промышленностью и применяемой человеком, пестициды занимают особое место. Пестициды предназначены для уничтожения и ограничения развития вредных живых организмов (сорняков, возбудителей болезней растений, насекомых и грызунов). В отличие от других загрязняющих веществ, человек преднамеренно и целенаправленно вносит пестициды в окружающую среду, в которой они распределяются, попадая в почву, воду, воздух и растительную продукцию.

Пестициды потенциально опасны для флоры и фауны, включая водные организмы. Поэтому в процессе разработки и регистрации пестицидов требуется обязательная оценка их опасности и риска для этой группы организмов. Общемировой тенденцией в данной сфере является унификация подходов, методов и инструментов такой оценки. Это предполагает обеспечение согласованности российской и международной научно-методической баз регулирования обращения пестицидов в области водной экотоксикологии.



Конечны накопителем веществ, загрязняющих окружающую среду, оказываются водные объекты. Основными путями поступления пестицидов в водоемы и их загрязнения этим видом химической продукции являются (расположены в порядке значимости):

- снос аэрозолей пестицидов в водоемы при обработке ими полей, садов и виноградников;
- поверхностный сток с почвы;
- дренажный сток из почвы;
- испарение с поверхности почвы и листьев сельскохозяйственных культур.

В водоеме пестицид распределяется между водной фазой, донным осадком, водными организмами и подвергается процессам химической, фотохимической и биологической трансформации. Характер распределения и скорости трансформации зависят как от физико-химических свойств действующего вещества пестицида - растворимости в воде, летучести, сорбционных свойств и липофильности, так и от внешних условий

(составов водной фазы и донного осадка, температуры, освещенности и т.п.). Процессы поступления, распределения и трансформации пестицида определяют уровень его концентраций в воде и донном осадке водоема, которые используются при оценке риска пестицида для водных организмов [2].

В водных экосистемах негативное влияние пестицидов на живые организмы проявляется более резко, чем в наземных экосистемах. Это связано с меньшей буферностью воды по отношению к пестицидам (по сравнению, например, с почвой) и их большей биодоступностью. В отличие от наземных организмов в гидробионты пестициды могут поступать не только через пищеварительную систему и органы дыхания, но и непосредственно через покровы тела. Инсектициды и фунгициды поражают в основном нервную систему, органы пищеварения и выделения рыб и беспозвоночных, а гербициды угнетают водоросли и высшие водные растения, нарушая систему фотосинтеза.





Опасность пестицидов заключается не только в их токсичности, но и в их способности к накоплению (биоаккумуляции) и передаче по звеньям пищевой цепи. Вследствие липотропности и замедленной детоксикации пестицидов (особенно хлорорганических) их концентрации в каждом следующем звене трофической цепи могут возрастать многократно [7, 10].

**Регулирование обращения пестицидов как типичных представителей химической продукции**

Пестициды во многом являются типичными представителями химической продукции, выпускаемой в обращение, т.е. как и другая химическая продукция, они подвергаются хранению, перевозке, реализации, применению и утилизации. В настоящее время обращение химической продукции в Российской Федерации регулируется различными нормативно-правовыми и нормативно-методическими документами (федеральными законами, ГОСТами, ведомственными правилами, инструкциями, методическими рекомендациями), которые имеют отношение как к требованиям безопасности, так и к потребительскому качеству продукции. Для водных организмов опасность химической продукции сейчас определяется в соответствии с критериями и методиками, изложенными в «Методических рекомендациях по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ) загрязняющих веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение» [6]. Однако эти «Методические рекомендации...» во многом не согласуются с международными методическими требованиями к критериям опасности химической продукции, а также противоречат недавно принятым [4] или разрабатываемым российским нормативным документам [12]. Ниже приведено краткое описание современных подходов и инструментов оценки опасности и риска пестицидов для водных организмов, которые рекомендуются для внедрения в практику регулирования и регистрации пестицидов в России.

**Критерии опасности химической продукции для водных организмов**

Под опасностью химической продукции и отдельных веществ понимается их способность оказывать негативное воздействие на человека и окружающую среду. При оценке опасностей их распределяют по видам и классам. Одним из таких видов опасности является опасность химической продукции для водных организмов и/или их отдельных групп (таксонов). Мерой опасности являются классы опасности веществ, входящих в состав химической продукции, и химической продукции в целом.

В 2009 году опубликована уже третья редакция фундаментального документа ООН «Согласованная на глобальном уровне система... (СГС)» [11], который является гармонизированной общемировой позицией по классификациям многих видов опасностей химикатов, включая классификации их опасности для водных организмов по острой и хронической токсичности (глава 4 и приложение 9). Этот документ рекомендован ООН для внедрения в национальные системы регулирования обращения химической продукции, и, как результат, классификации опасности СГС уже вошли [9] или скоро войдут [10] в российские нормативные документы. В качестве примера в таблице приведена классификация опасности СГС для гидробионтов по острой токсичности.

Безусловно, что классификации СГС должны применяться и при оценке опасности пестицидов для гидробионтов. Эти классификации необходимы:

1) для маркировки пестицидов, чтобы предупредить о возможных негативных эффектах на водные организмы при неправильном применении пестицидов, их транспортировке и хранении;

2) для ранжирования действующих веществ пестицидов, входящих в Каталог зарегистрированных пестицидных препаратов, по степени их опасности для водных организмов;

3) для принятия решений об объеме и детализации исследований по оценке риска применения регистрируемых пестицидов для гидробионтов.

**Методы водной экотоксикологии**

Только используя одинаковые экспериментальные методы оценки токсичности, можно получить воспроизводимые и сравнимые данные для последующей классификации опасности химической продукции. Наиболее широко во многих странах для этих целей используются руководства ОЭСР. Этой международной организацией подготовлены несколько десятков унифицированных методик определения физико-химических

свойств, токсикологических и экотоксикологических показателей химикатов [19], которые рекомендованы регулирующими органами развитых стран для получения сведений о химической продукции, включая пестициды. В их число входят и руководства по методам экотоксикологии водных организмов:

1. Руководство ОЭСР № 201 по испытаниям химикатов. Пресноводные водоросли и цианобактерии, реакция подавления роста.

2. Руководство ОЭСР № 202 по испытаниям химикатов. *Daphnia* sp: тест на острую токсичность (иммобильность).

3. Руководство ОЭСР № 203 по испытаниям химикатов. Рыбы: тест на острую токсичность.

4. Руководство ОЭСР № 204 по испытаниям химикатов. Рыбы: длительные испытания 14 суток.

5. Руководство ОЭСР № 210 по испытаниям химикатов. Рыбы: влияние на ранние стадии развития.

6. Руководство ОЭСР № 211 по испытаниям химикатов. *Daphnia* sp.: тест на хроническую токсичность (репродуктивность).

7. Руководство ОЭСР № 221 по испытаниям химикатов. *Letna* sp.: тест на ингибирование роста.

В настоящее время осуществлен перевод на русский язык этих руководств ОЭСР, и они проходят апробацию в Российской Федерации.

**Пестициды как специальный объект регулирования**

**Регистрация пестицидов**

Пестициды являются одними из наиболее строго регулируемых законодательством химических продуктов. В отличие от многих других химикатов их обращение дополнительно регламентируется специальными правовыми актами (в России - федеральным законом от 19.07.1997 г. № 109-ФЗ «О безопасном применении пестицидов и агрохимикатов») и включает процедуру регистрации, которая предшествует их поступлению на рынок.

■ Таблица. Классификация химической продукции по опасности для водных организмов (острая токсичность)

Класс опасности	Краткая характеристика опасности, используемая при маркировке	Рыбы, LC <sub>50</sub> , мг/л	Беспозвоночные, ЕС <sub>50</sub> , мг/л	Водоросли и высшие водные растения, ЕС <sub>50</sub> , мг/л
1	Очень токсично для водной флоры и фауны	1	1	1
2	Токсично для водной флоры и фауны	>1 - 10	>1 - 10	>1 - 10
3	Вредно для водной флоры и фауны	>10 - 100	>10 - 100	>10 - 100
Не классифицируется	-	> 100	> 100	> 100



Регистрация пестицида - процедура утверждения уполномоченным государственным органом власти разрешения на обращение пестицида после исчерпывающей научной оценки его эффективности в качестве средства защиты растений и возможного негативного воздействия на человека и окружающую среду.

Требуемая информация о регистрируемых пестицидах количественно и качественно гораздо более емкая, чем о другой химической продукции, поступающей на рынок. Содержание и форма научно-технической документации, представляемой при регистрации пестицида, достаточно четко регламентированы. Например, в странах ОЭСР они очень подробно изложены в соответствующем руководстве для регистрантов [18]. Досье на пестицид, подготовленное в соответствии с правилами ОЭСР в так называемом «формате ОЭСР», является универсальной формой представления регистрационных материалов, которая к 2014 году станет обязательной для всех стран-членов ОЭСР [13]. В Российской Федерации пока сделан первый шаг на пути к досье в «формате ОЭСР» - перечень требуемых данных об экологических свойствах пестицидов практически уже соответствует этому формату [9].

#### **Сведения по водной экотоксикологии пестицидов, требуемые при их регистрации**

Среди требуемой информации о регистрируемом пестициде, естественно, представлены и данные об их токсичности для гидробионтов. Они включают сведения об острой и хронической токсичности действующего вещества пестицида, его влиянии на репродуктивность и скорость развития, а также способности к биоаккумуляции. В той или иной степени детализации эти данные требуются для рыб, беспозвоночных, водорослей и высших водных растений.

В состав рецептуры пестицида, кроме действующего вещества, входят вспомогательные компоненты, улучшающие потребительские качества пестицида. Они могут усиливать или ослаблять токсичность действующего вещества для водных организмов. Поэтому при регистрации пестицида обычно также требуется оценка токсичности коммерческой рецептуры препарата для одной или нескольких наиболее чувствительных групп гидробионтов (например, для гербицидных препаратов изучается их влияние на водоросли и высшие водные растения).

Источниками данных о новых пестицидах являются собственные или заказанные исследования разработчиков (регистрантов) пестицидов, выполненные аттестованными (обычно по правилам GLP - «Надлежащей лабораторной практики») лаборатория-

ми по общепринятым методикам (например, по вышеупомянутым руководствам ОЭСР). Обзор других источников информации о пестицидах дан нами в более ранней публикации [3]. В частности, достоверную и доступную информацию по водной экотоксикологии многих действующих веществ пестицидов можно найти в базах данных PPDB проекта Европейского Союза FOOTPRINT [20] и в специальной базе по токсикологии пестицидов EXTOXNET [15], созданной несколькими университетами США.

На основании данных о токсичности пестицида для водных организмов определяют классы опасности действующего вещества и препаративной формы пестицида для гидробионтов, а также дают рекомендации по маркировке пестицида и его контролю в водных объектах.

#### **Оценка риска пестицидов для водных организмов**

Существенное отличие пестицидов от другой химической продукции состоит в том, что уровень их воздействия на окружающую среду изначально задан рекомендуемыми регламентами их применения (культурами, на которых применяется, нормами применения, количеством, сроками и способами обработок, ограничениями применения), то есть заранее известно «когда, где и сколько» поступает пестицида в окружающую среду. Поэтому возможно установление не только опасности, то есть способности пестицида оказывать негативное воздействие на окружающую среду, но и его риска - вероятности проявления опасности в конкретных условиях природной обстановки и рекомендуемого регламента применения пестицида. Оценка риска пестицида для водных организмов является неотъемлемой частью исследований пестицида при его разработке и регистрации в Европейском Союзе [17]. Детальная схема такой оценки уже довольно давно предложена Европейской и Средиземноморской организацией защиты растений (EPPO) [14].

При оценке риска пестицида для гидробионтов требуется знание не только его токсичности для водных организмов, но и концентраций в воде водоемов. Эти концентрации можно определять экспериментально или прогнозировать их с помощью математических моделей [2, 16].

Дальнейшая оценка риска включает в себя процедуру сравнения показателей токсичности пестицида для водных организмов ( $LC_{50}$ ,  $EC_{50}$ ,  $NOEC$ ) и его концентраций в воде водоема:

$$R = T/C,$$

где  $R$  - показатель риска (в странах ЕС он обозначается  $TER$  - Toxicity Exposure Ratio);  $T$  - значение показателя токсичности, мг/л;  $C$  - концентрация действующего вещества пестицида в воде водоема, мг/л.

Чем меньше значение  $R$ , тем больше риск негативного воздействия пестицида на гидробионты. В странах ЕС приемлемым считается риск, если показатель  $R$  превышает 5-100 [17]. Конкретное значение этого критерия определяется видом гидробионта и степенью неопределенности оценки риска, которая зависит от точности прогнозирования концентраций пестицида в воде, представительности тестового вида гидробионта и других факторов. Процедура оценки риска пестицида для водных организмов позволяет управлять им, изменяя величину концентрации пестицида в водоеме, что достигается, например, варьированием нормы его применения или установлением ширины буферной водоохранной зоны около водоема, где применение пестицида запрещено.

#### **Выводы**

Итогом вышеизложенного в этой статье должно стать осознание необходимости корректировки российских подходов к научно-методическому обеспечению регулирования обращения пестицидов в части, касающейся оценки их опасности и риска для водных организмов. Общемировая тенденция - это унификация подходов, методов и инструментов такой оценки, которая нашла свое отражение в документах международных организаций, в которых Россия состоит (ООН) или в ближайшее время вступит (ОЭСР). Обеспечение сопоставимости российской и международной научно-методической баз регулирования обращения пестицидов в области водной экотоксикологии станет важным шагом на пути гармонизации регулирования обращения пестицидов и устойчивого развития производства продукции растениеводства в нашей стране.

**Виктор Горбатов, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией химии окружающей среды ГНУ ВНИИ фитопатологии.**

**Олег Филенко, доктор биологических наук, профессор, биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова.**

**Мария Медянкина, кандидат биологических наук, и.о. заведующей лаборатории ВНИИ рыбного хозяйства и океанографии.**

**Татьяна Кононова, ведущий специалист-эксперт, Минсельхоз РФ.**

**Елена Оганесова, специалист-эксперт Центра экотоксикологических исследований «ЭПИцентр».**

#### **Литература**

1. Горбатов В.С. О стратегии регулирования обращения пестицидов в Российской Федерации. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Требования безопасности к пестицидам и агрохимикатам». Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2009, с. 30-37.
2. Горбатов В.С., Кононова А.А. Использование математических моделей прогноза концентраций пестицидов в по-