

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

**РАСТВОРЕННЫЕ И ВЗВЕШЕННЫЕ  
ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА  
В ВОДНЫХ СИСТЕМАХ**

Утверждено Ученым советом  
Института экономики и менеджмента  
РХТУ имени Д. И. Менделеева  
в качестве учебного пособия

Москва  
2015

УДК 504.45.064.36(035)

ББК 26.22

P24

Авторы: О. В. Яровая, Я. П. Молчанова, Т. В. Гусева, Я. О. Межуев,  
А. А. Фирер

Рецензенты:

Доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой «Экологический менеджмент» Академии стандартизации, метрологии и сертификации

*Б. С. Пункевич*

Доктор химических наук, профессор Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева

*Ю. А. Лейкин*

P24 Растворенные и взвешенные органические вещества в водных системах /  
О. В. Яровая, Я. П. Молчанова, Т. В. Гусева, Я. О. Межуев, А. А. Фирер;  
под ред. О. В. Яровой. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. – 92 с.  
ISBN 978-5-7237-1240-9

Включает в себя краткие данные об основных органических веществах, содержащихся в водных системах. Особое внимание уделено стойким органическим загрязняющим веществам и пестицидам. Приведены основные источники появления загрязняющих веществ в водных системах, указаны типичные значения содержания веществ в различных типах вод, предельно допустимые концентрации в воде водоемов.

Предназначается для студентов, изучающих естественно-научные дисциплины в Институте экономики и менеджмента РХТУ им. Д. И. Менделеева; студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Химия»; студентов, аспирантов и сотрудников, занимающихся исследованиями водных систем, миграции и трансформации загрязняющих веществ, разработкой систем очистки сточных и природных вод.

УДК 504.45.064.36(035)

ББК 26.22

ISBN 978-5-7237-1240-9

© Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений и обозначений.....	4
Введение.....	6
1. Органический углерод .....	7
2. Органический азот.....	7
3. Органическая сера.....	10
4. Углеводороды (нефтепродукты).....	11
5. Спирты и фенолы.....	14
6. Карбонильные соединения.....	17
7. Органические кислоты.....	19
8. Углеводы .....	23
9. Жиры .....	23
10. Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) .....	24
11. Некоторые соединения, вырабатываемые растениями.....	26
12. Некоторые распространенные сложные соединения.....	27
13. Стойкие органические загрязняющие вещества .....	29
14. Пестициды .....	36
15. Справочные материалы по некоторым пестицидам.....	40
15.1. Гербициды.....	40
15.2. Инсектоакарициды.....	45
15.3. Дефолианты.....	59
15.4. Фунгициды и протравители семян.....	60
15.5. Регуляторы роста растений.....	64
Заключение.....	65
Алфавитный указатель наименований веществ и препаратов.....	66
Библиографический список.....	90

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АТФ – аденозинтрифосфат.

БПК<sub>полн</sub> – биологическое потребление кислорода (количество кислорода, израсходованное на аэробное биохимическое окисление под действием микроорганизмов и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде).

БПК<sub>5</sub> – количество кислорода, ушедшее за 5 суток без доступа света при 20°C на окисление загрязняющих веществ, содержащихся в единице объема воды.

БФ – коэффициент бионакопления.

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ГХБ – гексахлорбензол.

ГХЦГ – гексахлорциклогексан.

ДДВФ – диметилдихлорвинилфосфат.

ДДТ – дихлор-дифенил-трихлорэтан.

ДДЭ (ДДЕ) – метаболит ДДТ.

ЛД<sub>50</sub> – полулетальная доза, средняя летальная доза, вызывающая гибель половины подопытных организмов.

НПАВ – неионогенные поверхностно-активные вещества.

ОБУВ<sub>вр</sub> – ориентировочный безопасный уровень воздействия вредного вещества в воздухе рабочей зоны (временный норматив).

ОДУ – ориентировочно допустимый уровень химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

ПАВ – поверхностно-активное вещество.

ПАУ – полициклические ароматические соединения.

ПДК<sub>в</sub> – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, которая не оказывает негативного влияния на организм человека при различных видах употребления воды (для питья, приготовления пищи, гигиенических целей, для отдыха).

ПДК<sub>вр</sub> – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей, которая не оказывает негативного действия на популяции рыб.

ПХБ – полихлорированные бифенилы.

ПХДД – полихлорированные дибензо-п-диоксины.

ПХДФ – полихлорированные дибензофураны.

ПХК – полихлоркамфен

ПХН – полихлорнафталины.

ПХТ – полихлортерфенилы.

ПХП – полихлорпинен

ПХФ – пентахлорфенол.

СДЯВ – сильно действующее ядовитое вещество

СОЗ – стойкие органические загрязняющие вещества.

СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества.

СК<sub>50</sub> – средняя смертельная концентрация действующего вещества пестицида в окружающей среде, которая вызывает гибель половины организмов за определенный срок выдержки.

ТХДД – 2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксин.

ХПК – химическое потребление кислорода (количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей).

ЦБК – целлюлозно-бумажный комбинат.

К<sub>25°С</sub> – константа диссоциации при 25°С.

LRTAP – Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния).

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросы химии окружающей среды и экологического мониторинга, миграции и трансформации загрязняющих веществ в природных и антропогенных системах занимают одну из центральных позиций в образовательных стандартах профильных специальностей высшей школы, в программах многих практических семинаров и учебных курсов.

Данное пособие включает в себя краткие данные об основных органических веществах, содержащихся в водных системах. Рассмотрены такие классы соединений как спирты, карбонильные соединения, синтетические поверхностно-активные вещества, соединения, включающим в себя азот, фосфор, серу, галогены и пр. Особое внимание уделено стойким органическим загрязняющим веществам и пестицидам. Приведены основные источники появления загрязняющих веществ в водных системах, указаны типичные значения содержания веществ в различных типах вод, предельно допустимые концентрации в воде водоемов.

Предназначается для студентов, изучающих естественно-научные дисциплины в Институте экономики и менеджмента РХТУ им. Д. И. Менделеева; студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Химия»; студентов, аспирантов и сотрудников, занимающихся исследованиями водных систем, миграции и трансформации загрязняющих веществ, разработкой систем очистки сточных и природных вод.

## 1. Органический углерод

Органические вещества находятся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях, образующих некоторую динамическую систему, в общем неравновесную, в которой под воздействием физических, химических и биологических факторов непрерывно осуществляются переходы из одного состояния в другое.

Органический углерод является наиболее надежным показателем суммарного содержания органических веществ в природных водах, на него приходится в среднем около 50% массы органических веществ. Состав и содержание органических веществ в природных водах определяется совокупностью многих различных по своей природе и скорости процессов: посмертных и прижизненных выделений гидробионтов; поступления с атмосферными осадками, с поверхностным стоком в результате взаимодействия атмосферных вод с почвами и растительным покровом на поверхности водосбора; поступления из других водных объектов, из болот, торфяников; поступления с хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами.

Концентрация органического углерода подвержена сезонным колебаниям, характер которых определяется гидрологическим режимом водных объектов и связанными с ним сезонными вариациями химического состава, временными изменениями интенсивности биологических процессов. Содержание органического углерода в придонных слоях водоемов и поверхностной пленке может значительно отличаться от его содержания в остальной массе воды.

Наименьшая концентрация углерода растворенных органических веществ в незагрязненных природных водах составляет около  $1 \text{ мг/дм}^3$ , наибольшая обычно не превышает  $10\text{-}20 \text{ мг/дм}^3$ , однако в болотных водах может достигать нескольких сотен  $\text{мг/дм}^3$ .

## 2. Органический азот

Под «органическим азотом» понимают азот, входящий в состав органических веществ, таких, как протеины и протеиды, полипептиды (высокомолекулярные соединения), аминокислоты, амины, амиды, мочевины (низкомолекулярные соединения).

Значительная часть азотсодержащих органических соединений поступает в природные воды в процессе отмирания организмов, главным образом фитопланктона, и распада их клеток. Концентрация этих соединений определяется биомассой гидробионтов и скоростью указанных процессов. Другим важным

источником азотсодержащих органических веществ являются прижизненные выделения водных организмов. К числу существенных источников азотсодержащих соединений относятся также атмосферные осадки, в которых концентрация азотсодержащих органических веществ близка к наблюдающейся в поверхностных водах. Значительное повышение концентрации этих соединений нередко связано с поступлением в водные объекты промышленных, сельскохозяйственных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

На долю органического азота приходится 50-75% общего растворенного в воде азота. Концентрация органического азота подвержена значительным сезонным изменениям с общей тенденцией к увеличению в вегетационный период (1,5-2,0 мг/дм<sup>3</sup>) и уменьшению в период ледостава (0,2-0,5 мг/дм<sup>3</sup>). Распределение органического азота по глубине неравномерно – повышенная концентрация наблюдается, как правило, в зоне фотосинтеза и в придонных слоях.

**Мочевина (карбамид)**, будучи одним из важных продуктов жизнедеятельности водных организмов, присутствует в природных водах в заметных концентрациях (до 10-50% суммы азотсодержащих органических соединений в пересчете на азот). Значительные количества мочевины поступают в водные объекты с хозяйственно-бытовыми сточными водами, с коллекторными водами, а также с поверхностным стоком в районах использования ее в качестве азотного удобрения.

Карбамид может накапливаться в природных водах в результате естественных биохимических процессов как продукт обмена веществ водных организмов, продуцироваться растениями, грибами, бактериями как продукт связывания аммиака, образующегося в процессе диссимиляции белков. Значительное влияние на концентрацию мочевины оказывают ферментативные процессы вне организмов. Под действием ферментов происходит распад мононуклеотидов отмерших организмов с образованием пуриновых и пиримидиновых оснований, которые в свою очередь распадаются за счет микробиологических процессов до мочевины и аммиака. Под действием специфического фермента (уреазы) мочевина распадается до аммонийного иона и потребляется водными растительными организмами.

Повышение концентрации мочевины может указывать на загрязнение водного объекта сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Оно обычно сопровождается активизацией процессов утилизации мочевины водными организмами и потреблением кислорода, приводящего к ухудшению кислородного режима.

В речных незагрязненных водах концентрация мочевины колеблется в пределах 60-300 мкг/дм<sup>3</sup>, или в пересчете на азот 30-150 мкг/дм<sup>3</sup>, в водохранилищах и озерах – от 40 до 250 мкг/дм<sup>3</sup>. Наиболее высокая концентрация ее обнаруживается в пробах воды, отобранных в летне-осенний период (июль-сентябрь). ПДК<sub>вр</sub> – 80 мкг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический).

**Амины.** К основным источникам образования и поступления в природные воды аминов следует отнести:

- декарбоксилирование при распаде белковых веществ под воздействием декарбоксилаз бактерий и грибов и аминирование;
- водоросли;
- атмосферные осадки;
- сточные воды анилино-красочных предприятий.

Амины присутствуют преимущественно в растворенном и отчасти в сорбированном состоянии. С некоторыми металлами они могут образовывать довольно устойчивые комплексные соединения. Концентрация аминов в воде рек, водохранилищ, озер, атмосферных осадках колеблется в пределах 10 – 200 мкг/дм<sup>3</sup>. Более низкое содержание характерно для малопродуктивных водных объектов. Амины токсичны. Обычно принято считать, что первичные алифатические амины токсичнее вторичных и третичных, диамины токсичнее моноаминов; изомерные алифатические амины более токсичны, чем алифатические амины нормального строения; моноамины с большей вероятностью обладают гепатотоксичностью, а диамины – нефротоксичностью. Наибольшей токсичностью и потенциальной опасностью среди алифатических аминов характеризуются непредельные амины из-за наиболее выраженной у них способности угнетать активность аминооксидаз. Амины отрицательно влияют на органолептические свойства воды, могут усугублять заморные явления. ПДК<sub>в</sub> для различных видов аминов – от 0,01 до 170 мг/дм<sup>3</sup>.

**Анилин** относится к ароматическим аминам и представляет собой бесцветную жидкость с характерным запахом. В поверхностные воды анилин может поступать со сточными водами химических (получение красителей и пестицидов) и фармацевтических предприятий. Анилин обладает способностью окислять гемоглобин в метгемоглобин. ПДК<sub>в</sub> анилина – 0,1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,0001 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический). Промышленное получение анилина основано на восстановлении нитробензола, который поступает в окружающую среду со сточными водами.

**Нитробензол** – бесцветная или зеленовато-желтая маслянистая жидкость с запахом горького миндаля. Нитробензол токсичен, проникая через кожу, оказывает сильное действие на центральную нервную систему, нарушает обмен веществ, вызывает заболевания печени, окисляет гемоглобин в метгемоглобин. ПДК<sub>в</sub> – 0,2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

Также существенная доля органического азота приходится на уротропин, применяющийся в производстве пластических масс и взрывчатых веществ. **Уротропин** (гексаметиленetetрамин) – (CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>N<sub>4</sub>. Для уротропина ПДК<sub>вр</sub> – 0,5 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический).

### 3. Органическая сера

Органическая сера поступает в поверхностные воды в результате протекания метаболических процессов в живых организмах и со сточными водами предприятий химической промышленности (преимущественно целлюлозной). Среди органических соединений серы, обнаруженных в природных водах, наибольшая доля приходится на метилмеркаптан, диметилсульфид и диметилдисульфид.

**Метилмеркаптан** является продуктом метаболизма живых клеток. Он также поступает со стоками предприятий целлюлозной промышленности (0,05 – 0,08 мг/дм<sup>3</sup>). В водном растворе метилмеркаптан является слабой кислотой и частично диссоциирует (степень диссоциации зависит от рН среды). При рН 10,5 приблизительно 50% метилмеркаптана находится в ионной форме, при рН 13 происходит почти полная его ионизация. Метилмеркаптан стабилен менее 12 часов, образует соли – меркаптиды. ПДК<sub>в</sub> – 0,0002 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – органолептический).

**Диметилсульфид.** Диметилсульфид выделяется водорослями (*Oedogonium, Ulothrix*) в ходе нормальных физиологических процессов, имеющих существенное значение в круговороте серы. В поверхностные воды диметилсульфид может поступать также со стоками предприятий целлюлозной промышленности (0,05 – 0,08 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрация диметилсульфида в морях достигает  $n \cdot 10^{-5}$  мг/дм<sup>3</sup> (повышенное содержание наблюдается в местах скопления водорослей). Диметилсульфид не может долго сохраняться в воде водоемов (стабилен от 3 до 15 суток). Он частично подвергается превращениям при участии водорослей и микроорганизмов, а в основном испаряется в воздух. В кон-

центрациях 1-10 мкг/дм<sup>3</sup> диметилсульфид обладает слабой мутагенной активностью. ПДК<sub>в</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – органолептический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,00001 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

*Диметилдисульфид* образуется в клетках различных представителей флоры и фауны в ходе метаболизма сераорганических соединений, а также может поступать со стоками предприятий целлюлозной промышленности. ПДК<sub>в</sub> – 0,04 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – органолептический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,00001 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический).

#### **4. Углеводороды (нефтепродукты)**

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Нефть и продукты ее переработки представляют собой чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь веществ (низко- и высокомолекулярные предельные, непредельные алифатические, нафтеновые, ароматические углеводороды, кислородные, азотистые, сернистые соединения, а также ненасыщенные гетероциклические соединения типа смол, асфальтенов, ангидридов, асфальтеновых кислот).

Понятие "нефтепродукты" в гидрохимии условно ограничивается только углеводородной фракцией (алифатические, ароматические, алициклические углеводороды).

Большие количества нефтепродуктов поступают в поверхностные воды при перевозке нефти водным путем, со сточными водами предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами. Некоторые количества углеводородов поступают в воду в результате прижизненных выделений растительными и животными организмами, а также в результате их посмертного разложения.

Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды. Обычно в момент поступления масса нефтепродуктов сосредоточена в пленке. По мере удаления от источника загрязнения происходит перераспределение между основными формами миграции, направленное в сторону повышения доли растворенных, эмульгированных, сорбированных нефтепродуктов. Количественное соотношение этих форм определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются условия

поступления нефтепродуктов в водный объект, расстояние от места сброса, скорость течения и перемешивания водных масс, характер и степень загрязненности природных вод, а также состав нефтепродуктов, их вязкость, растворимость, плотность, температура кипения компонентов. При санитарно-химическом контроле определяют, как правило, сумму растворенных, эмульгированных и сорбированных форм нефти.

Содержание нефтепродуктов в речных, озерных, морских, подземных водах и атмосферных осадках колеблется в довольно широких пределах и обычно составляет сотые и десятые доли мг/дм<sup>3</sup>. В незагрязненных нефтепродуктами водных объектах концентрация естественных углеводородов может колебаться в морских водах от 0,01 до 0,10 мг/дм<sup>3</sup> и выше, в речных и озерных водах от 0,01 до 0,20 мг/дм<sup>3</sup>, достигая 1-1,5 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание естественных углеводородов определяется трофическим статусом водоема и в значительной мере зависит от биологической ситуации в водном объекте.

В результате протекающих в водоеме процессов испарения, сорбции, биохимического и химического окисления концентрация нефтепродуктов может существенно снижаться, при этом значительным изменениям может подвергаться их химический состав. Наиболее устойчивы ароматические углеводороды, наименее – n-алканы.

Следует отметить, что разложение органической массы торфа часто приводит к образованию углеводородов, которые по сложившейся терминологии описываются и по стандартным методикам идентифицируются как нефтепродукты. Поэтому их содержание в водных объектах, даже в водосборах с малой антропогенной нагрузкой может достигать единиц миллиграммов в кубическом дециметре. В торфяных водах водосборов с малой антропогенной нагрузкой может быть установлена корреляция между содержанием углеводородов, ХПК и цветностью.

Неблагоприятное воздействие нефтепродуктов сказывается различными способами на организме человека, животном мире, водной растительности, физическом, химическом и биологическом состоянии водоема. Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, нафтеновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и, в некоторой степени, наркотическое воздействие на организм, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы. Наибольшую опасность представляют полициклические конденсированные углеводороды типа 3,4-бензапирена, обладающие канцерогенными свойствами. Нефтепродукты обволакивают оперение птиц, поверхность тела и органы других гидробионтов, вызывая заболевания и гибель.

Отрицательное влияние нефтепродуктов, особенно в концентрациях 0,001-10 мг/дм<sup>3</sup>, и присутствие их в виде пленки сказывается и на развитии высшей водной растительности и микрофитов. В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется ее цвет, рН, ухудшается газообмен с атмосферой. ПДК<sub>в</sub> нефтепродуктов составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – органолептический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – рыбохозяйственный). Присутствие канцерогенных углеводородов в воде недопустимо.

**Метан.** Метан принадлежит к газам биохимического происхождения. Основным источником его образования служат дисперсные органические вещества в породах. В чистом виде он иногда присутствует в болотах, образуясь при гниении болотной растительности. Этот газ в природных водах находится в молекулярно-дисперсном состоянии и не вступает с водой в химическое взаимодействие.

**Бензол.** Бензол представляет собой бесцветную жидкость с характерным запахом. В поверхностные воды бензол поступает с предприятий и производств основного органического синтеза, нефтехимической, химико-фармацевтической промышленности, производства пластмасс, взрывчатых веществ, ионообменных смол, лаков и красок, искусственных кож, а также со сточными водами мебельных фабрик.

В стоках коксохимических заводов бензол содержится в концентрациях 100-160 мг/дм<sup>3</sup>, в сточных водах производства капролактама – 100 мг/дм<sup>3</sup>, производства изопропилбензола – до 20 000 мг/дм<sup>3</sup>. Источником загрязнения акваторий может быть транспортный флот (применяется в моторном топливе для повышения октанового числа).

Бензол быстро испаряется из водоемов в атмосферу (период полуиспарения составляет 37,3 минуты при 20°C). Порог ощущения запаха бензола в воде составляет 0,5 мг/дм<sup>3</sup> при 20°C. При 2,9 мг/дм<sup>3</sup> запах характеризуется интенсивностью в 1 балл, при 7,5 мг/дм<sup>3</sup> – в 2 балла.

Мясо рыб приобретает неприятный запах при концентрации 10 мг/дм<sup>3</sup>. При 5 мг/дм<sup>3</sup> запах исчезает через сутки, при 10 мг/дм<sup>3</sup> интенсивность запаха за сутки снижается до 1 балла, а при 25 мг/дм<sup>3</sup> запах снижается до 1 балла через двое суток.

Привкус при содержании бензола в воде 1,2 мг/дм<sup>3</sup> измеряется в 1 балл, при 2,5 мг/дм<sup>3</sup> – в 2 балла. Наличие в воде бензола (до 5 мг/дм<sup>3</sup>) не изменяет процессы биологического потребления кислорода, так как под влиянием биохимических процессов в воде бензол окисляется слабо. В концентрациях 5-25

мг/дм<sup>3</sup> бензол не задерживает минерализацию органических веществ, не влияет на процессы бактериального самоочищения водоемов.

В концентрации 1000 мг/дм<sup>3</sup> бензол тормозит самоочищение разведенных сточных вод, а в концентрации 100 мг/дм<sup>3</sup> – процесс очистки сточных вод в аэротенках. При содержании 885 мг/дм<sup>3</sup> бензол сильно задерживает брожение осадка в метантенках.

При многократных воздействиях низких концентраций бензола наблюдаются изменения в крови и кроветворных органах, поражения центральной и периферической нервной системы, желудочно-кишечного тракта. Бензол проявляет канцерогенные свойства. Основным метаболитом бензола является фенол. Бензол оказывает токсическое действие на гидробионты.

ПДК<sub>в</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,5 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

## 5. Спирты и фенолы

Спирты и фенолы, обладают значительной токсичностью и поступают в поверхностные воды со сточными водами ряда производств, а также являются продуктами метаболизма живых клеток и продуктами их посмертного разложения. Токсичность спиртов и фенолов варьируется в широких пределах в зависимости от их строения. Среди гидроксилсодержащих токсичных соединений наибольшее распространение имеют метанол, этиленгликоль, фенолы и их многочисленные производные.

*Метанол* попадает в водоемы со сточными водами тех производств, где его синтезируют или используют. В сточных водах предприятий целлюлозно-бумажной промышленности содержится 4,5-58 г/дм<sup>3</sup> метанола, производств фенолоформальдегидных смол – 20-25 г/дм<sup>3</sup>, производств лаков и красок – 2 г/дм<sup>3</sup>, производств синтетических волокон и пластмасс – до 600 мг/дм<sup>3</sup>, в сточных водах генераторных станций работающих на буром угле, каменном угле, торфе, древесине – до 5 г/дм<sup>3</sup>.

При попадании в воду метанол, окисляясь, снижает содержание в ней кислорода. Концентрация выше 4 мг/дм<sup>3</sup> влияет на санитарный режим водоемов. При содержании 200 мг/дм<sup>3</sup> наблюдается торможение биологической очистки сточных вод. Порог восприятия запаха метанола составляет 30-50 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация 3 мг/дм<sup>3</sup> стимулирует рост синезеленых водорослей и нарушает потребление кислорода дафниями. Летальные концентрации для рыб составляют 0,25-17 г/дм<sup>3</sup>.

Метанол является сильным ядом, обладающим направленным действием на нервную и сердечно-сосудистую системы, зрительные нервы, сетчатку глаз. Механизм действия метанола связан с его метаболизмом по типу летального синтеза с образованием формальдегида и муравьиной кислоты, далее окисляющихся до  $\text{CO}_2$ . Поражение зрения обусловлено снижением синтеза АТФ в сетчатке глаза. ПДК<sub>в</sub> – 3 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический).

**Этиленгликоль** попадает в поверхностные воды со сточными водами производств, где его синтезируют или используют (текстильная, фармацевтическая, парфюмерная, табачная, целлюлозно-бумажная промышленности).

Токсическая концентрация для рыб составляет не более 10 мг/дм<sup>3</sup>, для кишечной палочки – 0,25 мг/дм<sup>3</sup>. Этиленгликоль очень токсичен и для человека, действуя при попадании в желудок главным образом на центральную нервную систему и почки, а также вызывает гемолиз эритроцитов. Токсичны и метаболиты этиленгликоля – альдегиды и щавелевая кислота, обуславливающая образование и накопление в почках оксалатов кальция. ПДК<sub>в</sub> – 1,0 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,25 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический).

**Фенолы** представляют собой производные бензола с одной или несколькими гидроксильными группами. Их принято делить на две группы – летучие с паром фенолы (фенол, крезолы, ксиленолы, гваякол, тимол) и нелетучие фенолы (резорцин, пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол и другие многоатомные фенолы).

Фенолы в естественных условиях образуются в процессах метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, протекающих как в водной толще, так и в донных отложениях. Фенолы являются одним из наиболее распространенных загрязнений, поступающих в поверхностные воды со стоками предприятий нефтеперерабатывающей, сланцеперерабатывающей, лесохимической, коксохимической, анилино-красочной промышленности и др. В сточных водах этих предприятий содержание фенолов различного строения может превосходить 10-20 г/дм<sup>3</sup>.

В поверхностных водах фенолы могут находиться в растворенном состоянии в виде фенолятов, фенолят-ионов и свободных фенолов. Фенолы в водах могут вступать в реакции конденсации и полимеризации, образуя сложные гумусоподобные и другие довольно устойчивые соединения. В условиях природ-

ных водоемов процессы адсорбции фенолов донными отложениями и взвесями играют незначительную роль.

В незагрязненных или слабозагрязненных речных водах содержание фенолов обычно не превышает  $20 \text{ мкг/дм}^3$ . Превышение естественного фона по фенолу может служить указанием на загрязнение водоемов. В загрязненных фенолами природных водах содержание их может достигать десятков и даже сотен микрограммов в  $1 \text{ дм}^3$ . Фенолы – соединения нестойкие и подвергаются биохимическому и химическому окислению. Продуктами окисления фенолов преимущественно являются хиноны, обладающие высокой токсичностью, включая активность в канцерогенезе.

Простые фенолы подвержены главным образом биохимическому окислению. При концентрации более  $1 \text{ мг/дм}^3$  разрушение фенолов протекает достаточно быстро, убыль фенолов составляет 50-75% за трое суток, при концентрации несколько десятков микрограммов в  $1 \text{ дм}^3$  этот процесс замедляется, и убыль за то же время составляет 10-15%. Быстрее всех разрушается собственно фенол, медленнее крезолы, еще медленнее ксиленолы. Многоатомные фенолы разрушаются в основном путем химического окисления.

Концентрация фенолов в поверхностных водах подвержена сезонным изменениям. В летний период содержание фенолов падает (с ростом температуры увеличивается скорость распада). Сброс фенольных вод в водоемы и водотоки резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая влияние на живые организмы не только своей токсичностью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов (кислорода, углекислого газа).

В результате хлорирования воды, содержащей фенолы, образуются устойчивые соединения хлорфенолов, малейшие следы которых ( $0,1 \text{ мкг/дм}^3$ ) придают воде характерный запах и привкус. В токсикологическом и органолептическом отношении фенолы неравноценны. Летучие с паром фенолы более токсичны и обладают более интенсивным запахом при хлорировании. Наиболее резкие запахи дают простой фенол и крезолы.

ПДК<sub>в</sub> для фенола установлена  $0,001 \text{ мг/дм}^3$  (лимитирующий показатель вредности – органолептический), ПДК<sub>вр</sub> –  $0,001 \text{ мг/дм}^3$  (лимитирующий показатель вредности – рыбохозяйственный).

**Гидрохинон** в поверхностные воды попадает со сточными водами производства пластмасс, кинофотоматериалов, красителей, предприятий нефтеперерабатывающей промышленности. Гидрохинон является сильным восстановителем. Как и фенол, он обладает слабым дезинфицирующим действием. Гидрохи-

нон не придает воде запаха, привкус появляется при концентрации несколько граммов в 1 дм<sup>3</sup>; пороговая концентрация по окраске воды составляет 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, по влиянию на санитарный режим водоемов – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Гидрохинон при содержании 100 мг/дм<sup>3</sup> стерилизует воду, при 10 мг/дм<sup>3</sup> – тормозит развитие сапрофитной микрофлоры. В концентрациях ниже 10 мг/дм<sup>3</sup> гидрохинон подвергается окислению и стимулирует развитие водных бактерий. При концентрации 2 мг/дм<sup>3</sup> гидрохинон тормозит нитрификацию разведенных сточных вод, при концентрации 15 мг/дм<sup>3</sup> – процесс их биологической очистки. Дафнии погибают при 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание гидрохинона в количестве 0,04 мг/дм<sup>3</sup> вызывает гибель икры форели. В организме гидрохинон окисляется в п-бензохинон, который превращает гемоглобин в метгемоглобин.

ПДК<sub>в</sub> – 0,2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – органолептический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический).

## **6. Карбонильные соединения**

К карбонильным относятся соединения, содержащие альдегидные и кетонные группы (альдегиды, кетоны, кетокислоты, полуфункциональные карбонилсодержащие вещества).

В природных водах карбонильные соединения могут появляться в результате прижизненных выделений водорослей, биохимического и фотохимического окисления спиртов и органических кислот, распада органических веществ типа лигнина, обмена веществ бактериобентоса. Постоянное присутствие карбонильных соединений среди кислородных соединений нефти и в воде, контактирующей с залежами углеводородов, позволяет рассматривать последние в качестве одного из источников обогащения природных вод этими веществами.

Источником карбонильных соединений являются также наземные растения, в которых образуются альдегиды и кетоны алифатического ряда и фурановые производные. Значительная часть альдегидов и кетонов поступает в природные воды в результате деятельности человека. Основными факторами, обуславливающими уменьшение концентрации карбонильных соединений, являются их способность к окислению, летучесть и относительно высокая трофическая ценность отдельных групп карбонилсодержащих веществ.

В поверхностных водах карбонильные соединения находятся в основном в растворенной форме. Средняя концентрация их в воде рек и водохранилищ колеблется от 1 до 6 мкмоль/дм<sup>3</sup>, несколько выше она (6-40 мкмоль/дм<sup>3</sup>) в озерах дистрофного типа. Максимальные концентрации в водах нефтяных и газонеф-

тяных залежей – 40-100 мкмоль/дм<sup>3</sup>. В объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования нормируются отдельные соединения с карбонильной группой: циклогексанон ПДК<sub>в</sub> – 0,2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический), хлораль ПДК<sub>в</sub> – 0,2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический) и др.

**Ацетон** поступает в природные воды со сточными водами фармацевтических, лесохимических производств, производства лаков и красок, пластмасс, киноплёнки, ацетилен, ацетальдегида, уксусной кислоты, оргстекла, фенола, ацетона. В концентрациях 40-70 мг/дм<sup>3</sup> ацетон придает воде запах, 80 мг/дм<sup>3</sup> – привкус. В воде ацетон малостабилен – при концентрациях 20 мг/дм<sup>3</sup> на седьмые сутки исчезает.

Для водных организмов ацетон сравнительно малотоксичен. Токсические концентрации для молодых дафний составляют 8300 мг/дм<sup>3</sup>; для взрослых – 12900 мг/дм<sup>3</sup>; при концентрации 9300 мг/дм<sup>3</sup> дафнии гибнут через 16 часов. Ацетон – наркотик, поражающий все отделы центральной нервной системы. Кроме того, он оказывает эмбриотоксическое действие. ПДК<sub>в</sub> – 2,2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – общесанитарный), ПДК<sub>вр</sub> – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

**Формальдегид** поступает в водную среду с промышленными и коммунальными сточными водами. Он содержится в сточных водах производств основного органического синтеза, пластмасс, лаков, красок, лекарственных препаратов, предприятий кожевенной, текстильной и целлюлозно-бумажной промышленности. В дождевой воде городских районов зарегистрировано присутствие формальдегида.

Формальдегид – сильный восстановитель. Он конденсируется с аминами, а с аммиаком образует уротропин. В водной среде формальдегид подвергается биodeградации. В аэробных условиях при 20°C разложение продолжается около 30 часов, в анаэробных – примерно 48 часов. В стерильной воде формальдегид не разлагается. Биodeградация в водной среде обусловлена действием *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Mycobacterium*, *Zanthomonas*.

Подпороговая концентрация, не влияющая на санитарный режим водоемов и сапрофитную микрофлору, составляет 5 мг/дм<sup>3</sup>; максимальная концентрация, не вызывающая при постоянном воздействии в течение сколь угодно длительного времени нарушение биохимических процессов, – 5 мг/дм<sup>3</sup>, максимальная концентрация, не влияющая на работу биологических очистных сооружений, – 1000 мг/дм<sup>3</sup>.

Для формальдегида  $\text{БПК}_5 = 0,68 \text{ мг/дм}^3$ ,  $\text{БПК}_{\text{полн}} = 0,72 \text{ мг/дм}^3$ ,  $\text{ХПК} = 1,07 \text{ мг/дм}^3$ . Запах ощущается при  $20 \text{ мг/дм}^3$ . При содержании  $10 \text{ мг/дм}^3$  формальдегид оказывает токсическое действие на наиболее чувствительные виды рыб. При концентрации  $0,24 \text{ мг/дм}^3$  ткани рыб приобретают неприятный запах. Формальдегид оказывает общетоксическое действие, вызывает поражение центральной нервной системы, легких, печени, почек, органов зрения. Возможно кожно-резорбтивное действие. Формальдегид обладает раздражающим, аллергенным, мутагенным, сенсибилизирующим, канцерогенным действием.  $\text{ПДК}_в = 0,05 \text{ мг/дм}^3$  (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический),  $\text{ПДК}_{вр} = 0,25 \text{ мг/дм}^3$  (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

## 7. Органические кислоты

Органические кислоты относятся к числу наиболее распространенных компонентов природных вод различного происхождения и нередко составляют значительную часть всего органического вещества в этих водах. Состав органических кислот и их концентрация определяются с одной стороны внутриводоемными процессами, связанными с жизнедеятельностью водорослей, бактерий и животных организмов, с другой – поступлением этих веществ извне.

Органические кислоты образуются за счет следующих внутриводоемных процессов:

- прижизненных выделений в результате нормальных физиологических процессов здоровых клеток;
- посмертных выделений, связанных с отмиранием и распадом клеток гидробионтов;
- выделений сообществ, связанных с биохимическим взаимодействием различных организмов, например водорослей и бактерий;
- ферментативного разложения высокомолекулярных органических веществ типа углеводов, протеинов и липидов.

Поступление органических кислот в водные объекты извне возможно с поверхностным стоком, особенно в период половодья и паводков, с атмосферными осадками, промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами и с водами, сбрасываемыми с орошаемых полей. Данные о содержании и составе органических кислот необходимы при изучении процессов химического выветривания, миграции элементов, образования осадочных пород, а также при решении вопросов о взаимоотношении водных организмов со средой, поскольку органические кислоты служат одним из источников углерода и энергии для большинства этих организмов.

Концентрация органических кислот в речных водах колеблется от  $n \cdot 10$  до  $n \cdot 10^2$  ммоль/дм<sup>3</sup>. Амплитуда внутригодовых колебаний достигает нередко многих сотен процентов. Ряд высших жирных кислот присутствует в природных водах в очень незначительных концентрациях. Концентрации пропионовой и уксусной кислот колеблются от  $n \cdot 10$  до  $n \cdot 10^2$  мкг/дм<sup>3</sup>.

**Летучие кислоты.** Под летучими кислотами понимают муравьиную и уксусную кислоты. В природных водах в небольших количествах муравьиная кислота образуется в процессах жизнедеятельности и посмертного разложения водных организмов и биохимической трансформации содержащихся в воде органических веществ. Ее повышенная концентрация связана с поступлением в водные объекты сточных вод предприятий, производящих формальдегид и пластические массы на его основе.

**Муравьиная кислота** мигрирует главным образом в растворенном состоянии, в виде ионов и недиссоциированных молекул, количественное соотношение между которыми определяется константой диссоциации  $K_{25^\circ\text{C}} = 2,4 \cdot 10^{-4}$  и значениями pH. При поступлении муравьиной кислоты в водные объекты она разрушается главным образом под влиянием биохимических процессов.

В незагрязненных речных и озерных водах муравьиная кислота обнаружена в концентрациях 0-830 мкг/дм<sup>3</sup>, в талых водах – 46-78 мкг/дм<sup>3</sup>, в грунтовых – до 235 мкг/дм<sup>3</sup>, в морских – до 680 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация муравьиной кислоты подвержена заметным сезонным колебаниям, что определяется главным образом интенсивностью биохимических процессов, протекающих в воде.

ПДК<sub>в</sub> муравьиной кислоты – 3,5 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – общесанитарный), ПДК<sub>вр</sub> – 1,0 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

Для **уксусной кислоты** ПДК<sub>в</sub> – 1,0 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – общесанитарный), ПДК<sub>вр</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

**Пропионовая кислота** может поступать в природные воды со стоками химической промышленности. Пропионовая кислота способна ухудшать органолептические свойства воды, придавая ей запах и кисловато-вяжущий привкус. Наиболее существенным для пропионовой кислоты является неблагоприятное влияние на санитарный режим водоемов и в первую очередь на процессы биологического потребления кислорода и кислородный режим. На полное биохимическое окисление 1 мг пропионовой кислоты затрачивается 1,21–1,25 мг молекулярного кислорода. ПДК<sub>вр</sub> – 0,6 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический).

Для **масляной кислоты** ПДК<sub>в</sub> – 0,7 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – общесанитарный).

**Молочная кислота** в природных водах присутствует в микрограммовых концентрациях в результате образования при процессах жизнедеятельности и посмертного разложения водных организмов и биохимической трансформации содержащихся в воде органических веществ. Молочная кислота находится в воде преимущественно в растворенном состоянии в виде ионов и недиссоциированных молекул, количественное соотношение между которыми определяется константой диссоциации  $K_{25^{\circ}\text{C}} = 3 \cdot 10^{-4}$  и зависит от рН среды.

Молочная кислота частично мигрирует в виде комплексных соединений с тяжелыми металлами. Концентрация молочной кислоты подвержена заметным сезонным изменениям, что определяется главным образом интенсивностью биохимических процессов, протекающих в воде. Молочная кислота в незагрязненных поверхностных водах обнаруживалась в концентрациях от 0,1 до 0,4 мкг-экв/дм<sup>3</sup>. ПДК<sub>в</sub> – 0,9 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – общесанитарный).

**Бензойная кислота** в незагрязненных природных водах образуется в небольших количествах при процессах жизнедеятельности водных организмов и их посмертного разложения. Основным источником поступления больших количеств бензойной кислоты в водоемы являются стоки промышленных предприятий, так как бензойная кислота и различные ее производные широко используются при консервировании пищевых продуктов, в парфюмерной промышленности, для синтеза красителей и т.д. Бензойная кислота может также поступать в водные объекты со стоком с силосных ям.

Бензойная кислота растворима в воде, и содержание ее в поверхностных водах будет определяться концентрацией сбрасываемых сточных вод и скоростью биохимического окисления. Токсичными свойствами бензойная кислота практически не обладает. Неблагоприятное действие ее на водоем связано с изменением кислородного режима и рН воды. Для бензойной кислоты ПДК<sub>в</sub> – 0,6 мг/дм<sup>3</sup> (органолептический лимитирующий показатель вредности – привкус).

**Гумусовые кислоты.** Гуминовые и фульвокислоты, объединяемые под названием гумусовые кислоты, нередко составляют значительную долю органического вещества природных вод и представляют собой сложные смеси биохимически устойчивых высокомолекулярных соединений. Главным источником поступления гумусовых кислот в природные воды являются почвы и торфяники, из которых они вымываются дождевыми и болотными водами. Значительная часть гумусовых кислот вносится в водоемы вместе с пылью и образуется

непосредственно в водоеме в процессе трансформации "живого органического вещества".

Гумусовые кислоты в поверхностных водах находятся в растворенном, взвешенном и коллоидном состояниях, соотношения между которыми определяются химическим составом вод, рН, биологической ситуацией в водоеме и другими факторами. Наличие в структуре фульво- и гуминовых кислот карбоксильных и фенолгидроксильных групп, аминогрупп способствует образованию прочных комплексных соединений гумусовых кислот с металлами.

Некоторая часть гумусовых кислот находится в виде малодиссоциированных солей – гуматов и фульватов. В кислых водах возможно существование свободных форм гуминовых и фульвокислот.

Гумусовые кислоты в значительной степени влияют на органолептические свойства воды, создавая неприятный вкус и запах, затрудняют дезинфекцию и получение особо чистой воды, ускоряют коррозию металлов. Они оказывают влияние также на состояние и устойчивость карбонатной системы, ионные и фазовые равновесия и распределение миграционных форм микроэлементов.

Повышенное содержание гумусовых кислот может оказывать отрицательное влияние на развитие водных растительных и животных организмов. Это происходит в результате резкого снижения концентрации растворенного кислорода в водоеме, который расходуется на окисление гумусовых кислот. В то же время при разложении гумусовых кислот образуется значительное количество ценных для водных организмов продуктов, а их органоминеральные комплексы представляют наиболее легко усваиваемую форму питания растений микроэлементами. Почвенные кислоты: гуминовые (в щелочной среде) и особенно хорошо растворимые фульвокислоты играют наибольшую роль в миграции тяжелых металлов.

**Гуминовые кислоты** содержат циклические структуры и различные функциональные группы (гидроксильные, карбонильные, карбоксильные, аминогруппы и др.). Молекулярная масса их колеблется в широком интервале (от 500 до 200 000 и более) и условно принимается равной 1300-1500. Содержание гуминовых кислот в поверхностных водах обычно составляет десятки и сотни микрограммов в 1 дм<sup>3</sup> по углероду, достигая нескольких миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup> в природных водах лесных и болотистых местностей, придавая им характерный бурый цвет. Вода многих рек гуминовые кислоты не содержит.

**Фульвокислоты** являются частью гумусовых кислот, не осаждающихся при нейтрализации из раствора органических веществ, извлеченных из торфов и бурых углей обработкой щелочью. Фульвокислоты представляют соединения

типа оксикарбоновых кислот с меньшим относительным содержанием углерода и более выраженными кислотными свойствами. Хорошая растворимость фульвокислот по сравнению с гуминовыми кислотами является причиной их более высоких концентраций и распространения в поверхностных водах. Содержание фульвокислот, как правило, превышает содержание гуминовых кислот в 10 раз и более.

## 8. Углеводы

Под углеводами понимают группу органических соединений, которая объединяет моносахариды, их производные и продукты конденсации – олигосахариды и полисахариды. В поверхностные воды углеводы поступают главным образом вследствие процессов прижизненного выделения водными организмами и их посмертного разложения. Значительные количества растворенных углеводов попадают в водные объекты с поверхностным стоком в результате вымывания их из почв, торфяников, горных пород, с атмосферными осадками, со сточными водами дрожжевых, пивоваренных, сахарных, целлюлозно-бумажных и других заводов.

В поверхностных водах углеводы находятся в растворенном и взвешенном состоянии в виде свободных редуцирующих сахаров (смесь моно, ди- и трисахаридов) и сложных углеводов. Концентрация в речных водах свободных редуцирующих сахаров и сложных углеводов в пересчете на глюкозу составляет 100–600 и 250–1000 мкг/дм<sup>3</sup>. В воде водохранилищ концентрация их соответственно равна 100–400 мкг/дм<sup>3</sup> и 200–300 мкг/дм<sup>3</sup>. В воде озер пределы возможных концентраций редуцирующих сахаров и сложных углеводов более широки, чем в реках и водохранилищах, и составляют 80–65000 мкг/дм<sup>3</sup> и 140–6900 мкг/дм<sup>3</sup> соответственно. В морских водах суммарная концентрация углеводов составляет 0–8 мг/дм<sup>3</sup>, в атмосферных осадках 0–4 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдается корреляция между содержанием углеводов и интенсивностью развития фитопланктона.

## 9. Жиры

Жиры представляют собой полные сложные эфиры глицерина и жирных кислот (стеариновой, пальмитиновой, олеиновой и др.). Жиры, присутствующие в природных водах, являются главным образом результатом метаболизма растительных и животных организмов и их посмертного разложения. Жиры образуются при фотосинтезе и биосинтезе и входят в состав внутриклеточных и резервных липидов. Высокие концентрации жиров в воде связаны со сбросом в

водные объекты сточных вод предприятий пищевой и кожевенной промышленности, а также хозяйственно-бытовых сточных вод..

Жиры находятся в поверхностных водах в растворенном, эмульгированном и сорбированном взвешенными веществами и донными отложениями состояниях. Они входят в состав более растворимых сложных соединений с белками и углеводами, которые находятся в воде как в растворенном, так и в коллоидном состояниях. Попадая в водный объект в повышенных концентрациях, жиры ухудшают его кислородный режим, органолептические свойства воды, стимулируют развитие микрофлоры. Содержание жиров в поверхностных водах колеблется от сотых долей миллиграмма до нескольких миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup>. Снижение содержания жиров в природных водах связано с процессами их ферментативного гидролиза и биохимического окисления.

## 10. Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ)

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) представляют собой обширную группу соединений, различных по своей структуре, относящихся к разным классам. Эти вещества способны адсорбироваться на поверхности раздела фаз и понижать вследствие этого поверхностную энергию (поверхностное натяжение). В зависимости от свойств, проявляемых СПАВ при растворении в воде, их делят на анионоактивные вещества (активной частью является анион), катионоактивные (активной частью молекул является катион), амфолитные и неионогенные, которые совсем не ионизируются.

**Анионоактивные СПАВ** в водном растворе ионизируются с образованием отрицательно заряженных органических ионов. Из анионоактивных СПАВ широкое применение нашли соли серноокислых эфиров (сульфаты) и соли сульфокислот (сульфонаты). Радикал *R* может быть алкильным, алкиларильным, алкилнафтильным, иметь двойные связи и функциональные группы.

**Катионоактивные СПАВ** – вещества, которые ионизируются в водном растворе с образованием положительно заряженных органических ионов. К ним относятся четвертичные аммониевые соли, состоящие из углеводородного радикала с прямой цепью, содержащей 12–18 атомов углерода, метильного, этильного или бензильного радикала, хлора, брома, иода или остатка метил- или этилсульфата.

**Амфолитные СПАВ** ионизируются в водном растворе различным образом в зависимости от условий среды: в кислом растворе проявляют катионоактивные свойства, а в щелочном – анионоактивные.

В водные объекты СПАВ поступают в значительных количествах с хозяйственно-бытовыми (использование синтетических моющих средств в быту) и промышленными сточными водами (текстильная, нефтяная, химическая промышленность, производство синтетических каучуков), а также со стоком с сельскохозяйственных угодий (в качестве эмульгаторов входят в состав пестицидов). Главными факторами понижения их концентрации являются процессы биохимического окисления, сорбция взвешенными веществами и донными отложениями. Степень биохимического окисления СПАВ зависит от их химического строения и условий окружающей среды.

По биохимической устойчивости, определяемой структурой молекул, СПАВ делят на мягкие, промежуточные и жесткие с константами скорости биохимического окисления, соответственно не менее  $0,3 \text{ сутки}^{-1}$ ;  $0,3-0,05 \text{ сутки}^{-1}$ ; менее  $0,05 \text{ сутки}^{-1}$ . К числу наиболее легко окисляющихся СПАВ относятся первичные и вторичные алкилсульфаты нормального строения. С увеличением разветвления цепи скорость окисления понижается, и наиболее трудно разрушаются алкилбензолсульфонаты, приготовленные на основе тетрамеров пропилена. При понижении температуры скорость окисления СПАВ уменьшается и при  $0-5^\circ\text{C}$  протекает весьма медленно. Наиболее благоприятные для процесса самоочищения от СПАВ нейтральная или слабощелочная среды.

С повышением содержания взвешенных веществ и значительным контактом водной массы с донными отложениями скорость снижения концентрации СПАВ в воде обычно повышается за счет сорбции и соосаждения. При значительном накоплении СПАВ в донных отложениях в аэробных условиях происходит окисление микрофлорой донного ила. В случае анаэробных условий СПАВ могут накапливаться в донных отложениях и становиться источником вторичного загрязнения водоема. Максимальное количества кислорода (БК), потребляемое при окислении  $1 \text{ мг/дм}^3$  различных ПАВ колеблется от 0 до  $1,6 \text{ мг/дм}^3$ . При биохимическом окислении СПАВ, образуются различные промежуточные продукты распада: спирты, альдегиды, органические кислоты и др. В результате распада СПАВ, содержащих бензольное кольцо, образуются фенолы.

В поверхностных водах СПАВ находятся в растворенном и сорбированном состоянии, а также в поверхностной пленке воды. В слабозагрязненных поверхностных водах концентрация СПАВ колеблется обычно в пределах тысячных и сотых долей миллиграмма в  $1 \text{ дм}^3$ . В зонах загрязнения водных объектов концентрация повышается до десятых долей миллиграмма, вблизи источников загрязнения может достигать нескольких миллиграммов в  $1 \text{ дм}^3$ .

Попадая в водоемы и водотоки, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно. Отрицательным, с гигиенической точки зрения, свойством ПАВ является их высокая пенообразующая способность. Хотя СПАВ не являются высокотоксичными веществами, имеются сведения о косвенном их воздействии на гидробионтов. При концентрациях 5–15 мг/дм<sup>3</sup> рыбы теряют слизистый покров, при более высоких концентрациях может наблюдаться кровотечение жабр. ПДК<sub>в</sub> СПАВ составляет 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК<sub>вр</sub> – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

**Неионогенные поверхностно-активные вещества (НПАВ)** представляют собой соединения, которые в водном растворе не образуют ионов (простые или сложные эфиры, спирты и др.). Токсическое действие НПАВ определяется главным образом неполярной частью молекулы, при этом оно более выражено при наличии в последней ароматического кольца. ПДК<sub>в</sub> большинства НПАВ (препараты ОП-7, ОП-10, ОС-20, оксанол КШ-9, оксанол Л-7, проксамин 385, проксанол 186, синтаמיד, синтанолы, ВН-7 и др.) 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, лимитирующий показатель вредности – органолептический (пенообразование). Поскольку указанные соединения имеют один норматив с одним и тем же показателем вредности, при санитарно-химическом контроле можно ограничиваться определением их суммарного содержания.

## 11. Некоторые соединения, вырабатываемые растениями

Многие растения вырабатывают сложные по химическому составу вещества. Одним из примеров таких соединений являются **смолистые вещества**, выделяемые хвойными породами (сосна, ель), которые наиболее токсичны для рыб и представителей планктона. Смолистые вещества поступают в поверхностные воды в результате лесосплава, а также со стоками гидролизной промышленности (переработка непищевого растительного сырья). ПДК<sub>вр</sub> для смолистых веществ, вымываемых из хвойных пород древесины – ниже 2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

Во многих растениях содержатся фенольные соединения – **дубильные вещества (таннины)**. В поверхностные воды они поступают в результате лесосплава, а также со стоками гидролизной промышленности (переработка непищевого растительного сырья – целлюлозно-бумажной и отчасти текстильной промышленности). ПДК<sub>вр</sub> – 10 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

**Лигнин** представляет собой высокомолекулярное соединение ароматической природы. Различают три класса лигнинов: лигнин хвойной древесины, лиственной древесины и травянистых растений. Общей структурной единицей всех видов лигнина является фенилпропан. Различия связаны с разным содержанием функциональных групп. В растворенной форме сульфатный лигнин поступает в поверхностные водоемы со сточными водами предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (сульфатная варка целлюлозы).

Важнейшим свойством лигнина является его склонность к реакциям конденсации. В природных водах лигнин разрушается примерно через 200 суток. При разложении лигнина появляются токсичные низкомолекулярные продукты распада (фенолы, метанол, карбоновые кислоты). Для лигнина ПДК<sub>в</sub> – 5 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – органолептический), ПДК<sub>вр</sub> – 2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

## 12. Некоторые распространенные сложные соединения

**Фурфурол** попадает в поверхностные воды со сточными водами химических комбинатов, так как он является сырьем для органического синтеза. Фурфурол является стабильным веществом. Кроме ингаляционного способа проникновения фурфурола в организм большую опасность представляет его проникновение через кожный покров. Попадание фурфурола на тело человека вызывает сильное раздражение кожного покрова. ПДК<sub>в</sub> – 1,0 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – органолептический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

**Ксантогенаты** представляет собой соли и эфиры ксантогеновых кислот ROC(S)SH. Это устойчивые соединения бледно-желтого цвета с неприятным запахом. Ксантогенаты щелочных растворов растворимы в воде. Они наиболее стабильны, когда R – остаток вторичного спирта. Увеличение молекулярной массы или разветвление углеводородного фрагмента повышает их стабильность и уменьшает растворимость. Ксантогенаты щелочных металлов могут разлагаться до спиртов и сероуглерода. Ксантогенаты на основе третичных спиртов в воде нестабильны.

Ксантогенаты применяются как флотореагенты для извлечения сульфидов тяжелых металлов из руд. Ксантогенаты целлюлозы используют при производстве вискозного волокна и целлофана. Они применяются также для получения гербицидов, инсектицидов, фунгицидов и в качестве ингибиторов в азотных удобрениях. Токсическое действие ксантогенатов связано с образованием из них в организме CS<sub>2</sub>, чем объясняются их влияние на центральную нервную

систему. Ксантогенаты воздействуют на окислительно-восстановительные процессы в организме, ингибируют ряд ферментов.

Таким образом, ксантогенаты должны включаться в программы наблюдений за состоянием водных объектов, принимающих сточные воды заводов по обогащению сульфидных руд металлов, производства вискозы, средств защиты растений. По отдельным веществам установлены нормативы в воде водоемов: для этилксантогената калия ПДК<sub>в</sub> 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, для изопропилксантогената калия – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, для изоамилксантогената калия – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, для бутилксантогената калия – 0,001 мг/дм<sup>3</sup> (органолептический лимитирующий показатель вредности – запах).

**Капролактam** (лактam ε-аминокапроновой кислоты) хорошо растворим в воде и полимеризуется с образованием полиамидной смолы. Капролактam применяется для получения различных видов синтетических волокон, ниток и пластических масс. ПДК<sub>в</sub> – 1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – общесанитарный), ПДК<sub>вр</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

**Циклогексанон** попадает в водоемы со сточными водами лесохимического производства, производства капролактама и пластмасс. В концентрации 1 мг/дм<sup>3</sup> он придает воде запах. Токсические концентрации для рыб колеблются от 1 до 100 мг/дм<sup>3</sup>, для дафний ЛД<sub>50</sub> составляет 800 мг/дм<sup>3</sup>. Циклогексанон является наркотиком с раздражающим действием. ПДК<sub>в</sub> – 0,2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

**Циклогексаноноксим** является промежуточным продуктом в синтезе капролактама. В концентрации 7800 мг/дм<sup>3</sup> он сообщает воде водоемов запах в 1 балл, сохраняющийся долгое время. Циклогексаноноксим является слабым наркотиком, нарушает структуру гемоглобина. ПДК<sub>в</sub> – 1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

**Полиакриламид**, широко используемое в промышленности твердое аморфное белое или частично прозрачное вещество без запаха, растворимое в воде. Полиакриламид используется как флокулянт при осветлении сточных вод, коагулянт в металлургии, флотореагент, диспергатор, загуститель. Он содержится в сточных водах сульфатцеллюлозных заводов и обогатительных фабрик. В воде полиакриламид постепенно гидролизуеться до аммониевой соли полиакриловой кислоты. ПДК<sub>в</sub> – 2 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – са-

нитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – токсикологический).

### **13. Стойкие органические загрязняющие вещества**

Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) высокотоксичны, устойчивы, могут накапливаться в окружающей среде и способны наносить вред природе и человеку даже в очень небольших дозах. В настоящее время более распространено словосочетание «стойкие органические загрязнители», отсюда и используемая аббревиатура «СОЗ». Однако правильнее под «загрязнителем» понимать субъект воздействия на окружающую среду, то есть любое юридическое и физическое лицо, а вещество, способное причинить вред здоровью людей и окружающей среде, следует называть «загрязняющим веществом».

Согласно Стокгольмской Конвенции к стойким органическим загрязняющим веществам в 2001 году были отнесены двенадцать СОЗ, относящихся к трем группам (пестициды, промышленные вещества и непреднамеренные побочные продукты):

- альдрин;
- гептахлор;
- дильдрин;
- дихлор-дифенил-трихлорэтан (ДДТ);
- мирекс;
- токсафен;
- хлордан;
- эндрин;
- гексахлорбензол (ГХБ);
- полихлорированные бифенилы (ПХБ);
- полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД);
- полихлорированные дибензофураны (ПХДФ).

СОЗ – это первичные и побочные продукты промышленности. К побочным продуктам относятся полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензофураны, гексахлорбензол и полихлорированные бифенилы.

В протокол о СОЗ 1998 г., прилагаемый к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution – LRTAP), охватывающей Европу и Северную Америку, включены 16 стойких загрязняющих веществ: 12 из них входят в список

Стокгольмской Конвенции, а четырьмя остальными являются следующие вещества:

- гексабромбифенил;
- гексахлорциклогексаны;
- полициклические ароматические углеводороды;
- хлордекон.

В соответствии с критериями, приведенными в Приложении «Д» Стокгольмской Конвенции, после подготовки соответствующих документов к СОЗ могут быть отнесены полихлорнафталены (ПХН), полихлортерфенилы (ПХТ) и их бромированные аналоги, а также полиароматические соединения (ПАУ), пентахлорфенол (ПХФ), метаболит ДДТ – ДДЭ (ДДЕ) и наиболее персистентные изомеры ГХЦГ – альфа- и бета-ГХЦГ.

**Полихлорированные бифенилы.** Среди СОЗ полихлорированные бифенилы (ПХБ) являются одними из самых распространенных. Они представляют собой смесь соединений, содержащих разное количество атомов хлора и образующихся при хлорировании бифенила. Благодаря уникальным физико-химическим свойствам (негорючесть, сдерживание горения) с 1929 г. ПХБ стали использоваться в промышленности. В свою очередь, это привело к их большой распространенности в объектах окружающей среды. Так, широкое применение ПХБ в народном хозяйстве приводит к тому, что около 35% всех произведенных ПХБ в итоге оказываются в атмосфере.

В воду ПХБ попадают со сточными водами и отходами промышленности и флота. Эти соединения накапливаются в иловых отложениях водоемов. В воде рек и лиманов может содержаться от 50 до 500 мг/дм<sup>3</sup> ПХБ. Эти вещества весьма устойчивы к воздействию природных факторов и обнаруживаются во всех объектах окружающей среды и во всех звеньях биологических цепей.

В почву ПХБ попадают при использовании ила в качестве удобрения, а также с полей орошения. Снижение их содержания в почве происходит благодаря испарению и биотрансформации. Период полураспада ПХБ составляет около 5 лет.

Кроме этого, источниками поступления ПХБ в окружающую среду могут являться пластмассы, лаки и лакокрасочные материалы (ПХБ используются в качестве пластификаторов), строительные материалы (ПХБ применяется в покрытиях для керамических плиток, в производстве цемента, покрытиях на изоляции из стекловолокна, непроводящих материалах в электрических кабелях и др.) и различные химикаты. ПХБ широко используются в качестве диэлектри-

ков для заполнения трансформаторов и больших конденсаторов, в электромагнитах, размыкателях цепей и другом электрооборудовании.

В России ПХБ производили в течение нескольких десятилетий, вплоть до 90-х годов. С 1934 г. ПХБ выпускались под маркой Совол в количествах до 500 т/год. В 1940-1980 гг. был налажен выпуск Совтола. В 1960-1980 гг. было произведено около 25 тыс. тонн трихлордифенила. По некоторым данным, на заводах Серпухова, Дзержинска и Новомосковска ПХБ выпускались вплоть до 1989-1990 гг. общим количеством до 300-500 тыс. тонн. В электротехнической промышленности с 60-х годов было использовано от 300 до 500 тыс. тонн ПХБ, как отечественного производства, так и импортированных из других стран.

Анализируя способы использования ПХБ в народном хозяйстве, можно сделать вывод, что поступление этих веществ в окружающую среду возможно не только с отходами их производства или в результате их прямого применения в качестве, например, растворителей для пестицидов. Источниками этих соединений могут являться свалки строительных и промышленных отходов, отработанное электрическое оборудование и т.п.

В настоящее время в России проведена частичная инвентаризация мест производства и использования ранее произведенных ПХБ. И хотя производство ПХБ в нашей стране практически прекращено, единичные измерения их содержания в воздухе и почвах некоторых крупных промышленных центров России свидетельствуют о значительной загрязненности окружающей среды этими соединениями, практически не уменьшающейся со времени остановки предприятий по их производству. Кроме того, в России функционируют предприятия, в том числе и электротехнического профиля, использующие ПХБ в своем технологическом цикле.

ПХБ – высокотоксичные соединения, поражающие печень и почки. Эти соединения обладают свойством накапливаться в организме. Исследования влияния ПХБ на здоровье населения позволили определить основные классы заболеваний, характерных для людей, находящихся под их воздействием: врожденные аномалии, заболевания эндокринной и нервной системы, осложнение беременности и родов. Особую опасность ПХБ представляют для детей, что связано с особенностями детского организма, которому свойственно слабое развитие защитной системы, более сильная адсорбция загрязняющих веществ через кожу и пищеварительный тракт. В заболеваемости детского населения преобладают аномалии развития и новообразования. У подростков часто встречаются болезни нервной, костно-мышечной и эндокринной систем и органов чувств, новообразования, нарушения иммунного статуса.

Механизмы действия ПХБ на организм человека сходны с механизмами действия диоксинов. Установлено, что донные отложения, рыбы и водные беспозвоночные способны аккумулировать ПХБ в своих тканях, при этом коэффициент кумуляции достигает 70000–900000 (по сравнению с концентрацией в воде), коэффициент накопления в организме хищных птиц (кайра, орел), питающихся этими водными организмами, составляет 108-109.

В воде рыбохозяйственных водоемов содержание ПХБ не допустимо. Для суммы ПХБ ПДК<sub>в</sub> составляет 1 мкг/дм<sup>3</sup>; ПДК для морских водоемов – 0,01 мкг/дм<sup>3</sup>. Для дихлорбифенила ПДК<sub>в</sub> – 1 мкг/дм<sup>3</sup>; для трихлорбифенила ПДК<sub>в</sub> – 1 мкг/дм<sup>3</sup>; для пентахлорбифенила ПДК<sub>в</sub> – 1 мкг/дм<sup>3</sup>; для хлорнафталина ПДК<sub>в</sub> – 10 мкг/дм<sup>3</sup>.

**Диоксины.** Диоксины – группа соединений, включающая полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ). Эти вещества образуются, как правило, одновременно, в результате одних и тех же процессов и обладают одинаковым механизмом действия на организм человека и животных. Диоксины являются клеточными ядами и поражают все виды животных и большинство растений.

Диоксины – глобальные суперэкоотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, эмбриотоксическим действием. Диоксиновая опасность стоит в одном ряду с такими экологическими бедствиями, как радиоактивное загрязнение, разрушение озонового слоя, последствия парникового эффекта. Данные научных исследований позволяют сделать вывод об опасности диоксинов не только для населения, непосредственно подвергшегося их воздействию, но и для будущих поколений.

Диоксины довольно инертны к воздействию природных факторов, а также слабо метаболизируются в организме. Особая опасность диоксинов заключается в том, что они чрезвычайно устойчивы к химическому и биологическому разложению, сохраняются в окружающей среде в течение десятков лет и беспрепятственно переносятся по пищевым цепям: водоросли, планктон – рыба – человек; почва – растения – травоядные животные – человек.

Поступление диоксинов в окружающую среду связано, в первую очередь, с техногенным воздействием на природу. Повышенное содержание этих соединений в окружающей среде свойственно, в основном, промышленно развитым странам. 90% выбросов приходится на промышленные источники. Диоксины являются побочными продуктами химической, металлургической, электротехнической, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности. Они образуются в промышленности при применении хлора и при любых высокотем-

пературных процессах, в том числе сжигание мусора, пластмасс, уничтожение разливов нефти сжиганием и др. Выбросы ПХДД и ПХДФ в атмосферу составляет от 560 до 1100 г/год. На долю мусоросжигательных установок приходится до 70%, а на долю установок сжигания угля в металлургии до 25% от общих выбросов промышленных источников.

При анализе структуры выбросов ПХДД и ПХДФ промышленные процессы, при которых образуются эти соединения, можно разделить на две категории:

- химические процессы, происходящие в жидкой фазе при температуре 250°C;
- термические процессы, протекающие при температуре 800°C.

Диоксины часто присутствуют в виде примесей во многих пестицидах, полученных на основе хлорированных фенолов и полихлорбензолов. Это обусловлено тем, что диоксины образуются в качестве побочных продуктов при производстве пестицидов. В ходе технологического процесса наряду с выходом основного малотоксичного препарата нередко образуется небольшое количество (10–100 мг/кг) примесей высокотоксичных соединений, в частности диоксинов. Повышенная температура (200°C) и присутствие щелочных металлов способствуют более высокому выходу диоксинов при производстве 2,4,5-Т и полихлорфенолов. Если же технологический процесс проходит при 180°C, то содержание примеси диоксинов резко снижается. Так, было установлено, что гербицид 2,4,5-Т, полученный по старым технологиям, содержал 27-35 мг/кг 2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксина (ТХДД), тогда как произведенный по новой технологии, с соблюдением регламента синтеза этот же гербицид содержал не более 1 мг/кг ТХДД.

К значительному поступлению диоксинов в окружающую среду приводят аварии на химических предприятиях, при работе которых возможно образование диоксинов. Пожары или взрывы трансформаторов или конденсаторов, в которых в качестве диэлектрической жидкости используются смеси, содержащие ПХБ, приводят к образованию диоксинов в процессе пиролиза. Диоксины выделяются при горении древесины в результате лесных пожаров, сжигания отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Индивидуальное печное отопление, особенно при использовании древесины, пропитанной хлорсодержащими консервантами, также может служить источником этих соединений. Печи и котельные, работающие на угле, способствуют образованию диоксинов в гораздо меньших концентрациях, но их широкое распространение делает их существенным источником поступления этих веществ в окружающую среду.

Еще одним источником диоксинов является транспорт, причем выбросы диоксинов с продуктами сгорания топлива увеличиваются при использовании этилированного бензина. Почва и вода придорожных канав на участках, примыкающих к автомагистралям и железнодорожному полотну, загрязняются диоксинами в концентрациях, во много раз превышающих фоновые.

На международном симпозиуме в Москве в 1996 г. было отмечено, что один из ПХДД – 2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксин (ТХДД) является самым токсичным из существующих синтетических химических соединений, действие которого сильнее цианидов, стрихнина и зарина. В результате воздействия этого вещества у людей развиваются злокачественные опухоли, незаживающие фурункулы, раздражение кожи, рождаются дети с физическими недостатками.

В организм диоксины поступают через пищеварительный тракт, легкие и кожу. Эти соединения могут передаваться детям вместе с грудным молоком, а также трансплацентарно – от матери к плоду. О тератогенном действии диоксина было впервые сообщено в 1969 г. по результатам исследований, проведенных в США сотрудниками Национального института рака. Установлено, что диоксины накапливаются в организме человека и животных, оказывая чрезвычайно продолжительное гормоноподобное влияние на развитие и функционирование многих его систем. Хроническое воздействие даже довольно низких доз способно вызвать ухудшение общего состояния здоровья, физической и умственной работоспособности, привести к снижению иммунитета, более тяжелому течению заболеваний, вызванных иными причинами. Особую опасность представляет способность диоксинов вызывать формирование отдаленных последствий воздействия, в том числе и возможных устойчивых генетических эффектов, сохраняющихся в течение многих лет.

Диоксиновый эквивалент – величина, используемая для характеристики токсичности смеси различных диоксинов, для которой предварительно определено содержание каждого действующего компонента, и полученная с использованием так называемых коэффициентов токсичности. Другими словами, токсичность сложной смеси диоксинов может быть выражена через токсичность 2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксина, взятого в эквивалентном по токсичности количестве.

Выборочные исследования, проведенные в республиках Башкортостан и Коми, в Архангельской, Волгоградской, Московской, Нижегородской, Самарской, Тульской и некоторых других областях, показали превышение допустимого уровня концентрации диоксинов в атмосферном воздухе, воде и почве. Особенно опасная ситуация сложилась в городах Чапаевске, Уфе, Волгограде,

Новомосковске, Ярославле, Дзержинске, Серпухове, Новочебоксарске, Славгороде, Усолье-Сибирском (Иркутская область).

Исследования, проведенные на территории Архангельской области, показали, что эта область загрязнена диоксинами не менее чем центральные промышленные районы России. В реки вблизи целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК) токсичность донных отложений, приведенная, как и другие данные, к диоксиновому эквиваленту, достигала 5 нг/кг, токсичность проб с иловых полей ЦБК – 10 нг/кг; токсичность почвы вблизи деревообрабатывающего комплекса – 76,7 нг/кг; токсичность ила очистных сооружений – 84 нг/кг.

Из материалов, помещаемых в ежегодных обзорах Росгидромета, следует, что сточные воды ряда химических производств до очистки содержат диоксины в количествах, почти в 50 раз превышающих ПДК, после очистки – в 2–3 раза. В 1996-1999 гг. НПО «Тайфун» организовал исследования содержания ПХДД и ПХДФ в воде из водозаборов городов Ярославля и Рыбинска, а также в сточных водах и речной воде.

Было обнаружено, что в 1998 г. содержание этих веществ в питьевой воде находилось на уровне 52-97 пг/дм<sup>3</sup>, в речной воде – 29-127 пг/дм<sup>3</sup>, в сточной воде – на уровне 223-374 пг/дм<sup>3</sup> или 0,3-0,96, 0,14-0,68 и 17,63-36,3 пг/дм<sup>3</sup> соответственно в диоксиновом эквиваленте. Отмечено, что в 1996 г. сточных водах ОАО «Лакокраска» (г. Ярославль) и г. Рыбинска содержание суммы ПХДД и ПХДФ находилось на уровне 2653,3 пг/дм<sup>3</sup> и 181,1 пг/дм<sup>3</sup> (или 473,1 и 7,69 пг/дм<sup>3</sup> соответственно в диоксиновом эквиваленте).

Растения плохо поглощают производные диоксина. А вот в тканях рыб после применения дефолианта «Orange» (смесь бутиловых эфиров 2,4-Д и 2,4,5-Т в соотношении 1:1) обнаруживаются значительные концентрации этих соединений, что связано с высокой способностью диоксинов к проникновению в жировые ткани.

Из-за высокой гидрофобности и низкой растворимости содержание диоксинов в водных объектах зависит от наличия взвешенных и коллоидных частиц, на которых адсорбируются диоксины, обладающие высокой адгезионной способностью, что способствует их накоплению и миграции в воде.

В соответствии с ГН № 142-9/105 гигиенический норматив содержания ПХДД и ПХДФ в поверхностных и грунтовых водах составляет 20 пг/дм<sup>3</sup> (2·10<sup>-8</sup> мг/дм<sup>3</sup>).

## 14. Пестициды

К пестицидам относят химические вещества, применяемые для борьбы с различными вредителями растений. В зависимости от назначения пестициды можно разделить на следующие группы:

- зооциды – средства для борьбы с вредителями-животными: инсектициды (с насекомыми), родентициды (с грызунами), моллюскоциды (с моллюсками), нематоциды (с нематодами), лаврициды (с личинками насекомых), афициды (с растительными вшами), акарициды (с клещами), овициды (для уничтожения яиц насекомых и клещей);
- фунгициды и фунгистатики – средства для борьбы с грибами и их спорами, бактериями и вирусами, т.е. средства для борьбы с болезнями растений;
- гербициды – средства для уничтожения сорняков;
- регуляторы роста – средства, которые стимулируют или задерживают жизненные процессы в растении: дефолианты (для удаления листьев растений), десиканты (для предуборочного подсушивания растений), дефлоранты (для удаления избыточного количества цветков);
- аттрактанты – средства для привлечения насекомых;
- репелленты – средства для отпугивания насекомых.

В эту группу веществ обычно включают и антисептики, применяемые для предохранения неметаллических материалов от разрушения микроорганизмами, средства для предпосевной обработки семян (протравители семян) и др.

В странах с развитым сельским хозяйством гербициды составляют около 65% от общего объема средств защиты растений, инсектициды – около 10% и фунгициды – около 20%. Пестициды применяются в различных формах: пыль и порошки (дусты или смачивающие порошки), гранулы и капсулы, растворы в воде и органических растворителях, суспензии и эмульсии (в том числе с использованием минеральных масел и каменноугольных смол), аэрозоли, пены, газы, пары, пасты и т.д.

Пестициды являются наиболее распространенными токсичными загрязняющими веществами. Обладая высокой биологической активностью, они оказывают многообразное воздействие на биосферу, выражающееся в нарушении взаимосвязей в естественных экосистемах, возникновении новых, резистентных к пестицидам форм, проявлении генетических нарушений. Накапливаясь в звеньях трофической цепи, пестициды представляют реальную угрозу для высших уровней экосистемы, в том числе и для человека. Все это обуславлива-

ет необходимость наблюдений за их содержанием в объектах природной среды и соответствующие нормирование.

Химические средства защиты растений относятся к различным классам химических соединений: углеводороды и их галогенпроизводные; нитросоединения, амины и соли четвертичных аммониевых оснований; спирты, фенолы, простые и сложные эфиры, карбонильные соединения и различные производные карбоновых кислот; производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовых кислот; производные мочевины и тиомочевины; серосодержащие соединения; производные гидразина и азосоединения; фосфорорганические соединения; гетероциклические соединения с одним, двумя, тремя и более гетероатомами в цикле; неорганические соединения и др.

Некоторые пестициды могут действовать на вредные организмы только при непосредственном контакте (контактные пестициды). Для проявления действия такой препарат обязательно должен войти в непосредственное соприкосновение с объектом воздействия. Контактные гербициды должны, например, иметь контакт со всеми частями уничтожаемого растения, в противном случае возможно отрастание сорных растений. Контактные инсектициды в большинстве случаев проявляют свое действие при соприкосновении с любой частью тела насекомого.

Системные пестициды способны передвигаться по сосудистой системе растения и, в ряде случаев, по сосудистой системе животного. Они часто оказываются более эффективными, чем препараты контактного действия. Механизм действия системных фунгицидов в большинстве случаев существенно отличается от такового для инсектицидов. Если инсектициды поражают сосущих членистоногих в результате попадания яда в организм вредителя, то фунгициды в основном способствуют повышению устойчивости растения к данному виду заболевания.

Важными критериями экологической безопасности пестицидов являются их относительная нестойкость в объектах природной среды (в почве менее полугодя, в воде – менее 1 месяца) и слабая степень накопления в гидробионтах – коэффициент бионакопления (БФ) менее 700.

Наибольшей способностью накапливаться в гидробионтах обладают хлорорганические пестициды, у которых БФ достигает величин 10000–100000. Хлорорганические пестициды представляют собой хлорпроизводные многоядерных углеводородов (ДДТ), циклопарафинов (гексахлорциклогексан), соединения диенового ряда (гептахлор), алифатических карбоновых кислот (пропанид) и др.

Применение таких пестицидов, как альдрин, гептахлор и его эпоксипроизводное, ДДТ, дильдрин, мирекс, пентахлорнитробензол, полихлоркамфен (токсафен), полихлорпинен, эндрин, запрещено в России, США и Западной Европе. В последние годы значительно сокращено применение гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), пентахлорфенола и др. Хлорорганические инсектициды обладают значительно большей токсичностью для рыб по сравнению с фосфорорганическими соединениями и производными карбаминовых кислот.

Важнейшей отличительной чертой большинства хлорорганических соединений является их стойкость к воздействию различных факторов окружающей среды (температура, солнечная радиация, влага и др.).

Гораздо меньшую опасность для окружающей среды представляют фосфорорганические пестициды, к которым относятся сложные эфиры: фосфорной кислоты – диметилдихлорвинилфосфат (ДДВФ); тиофосфорной – метафос, метилнитрофос; дитиофосфорной – карбофос, рогор; фосфоновой – хлорофос. Преимуществом фосфорорганических пестицидов является их относительно малая химическая и биологическая устойчивость. Большая часть их разлагается в растениях, почве, воде в течение одного месяца, но отдельные инсектициды и акарициды внутрирастительного действия (рогор, сейфос и др.) могут сохраняться в течение года.

Пестициды используются главным образом в виде аэрозолей различных типов при опрыскивании и опыливания, обработке туманами и дымами различной дисперсности. В связи с особенностями технологии применения пестицидов при опрыскивании или опыливании эти соединения первоначально попадают в воздух и лишь затем достигают целевых объектов обработки – растений, деревьев, почвы и др. В результате этого происходит образование воздушных масс, содержащих пестициды, и их распространение за пределы обрабатываемых участков, которое в значительной степени зависит от способа применения. Кроме этого, источниками загрязнения природной среды могут являться склады агрохимикатов, агрохимкомплексы, пункты подготовки рабочих растворов пестицидов, взлетно-посадочные полосы сельскохозяйственной авиации.

В зависимости от дальности распространения атмосферного воздуха, загрязненного пестицидами, и с учетом производственной специфики и мощности объекта химизации (склад, растворный узел и др.) предлагается устанавливать в их окружении санитарно-защитную зону от 300 до 500 м.

Пестициды не остаются в местах их применения – под действием различных факторов переноса пестициды передвигаются в вертикальном и горизон-

тальном профилях почвы, попадая в поверхностные и подземные воды; при улетучивании и испарении они попадают в атмосферный воздух. Основными источниками поступления пестицидов с водосборной территории в водные объекты являются поверхностные стоки, сформированные в период таяния снега и ливневых дождей, а также во время полива, а, кроме того, - эродированные частицы почвы и инфильтрационные воды.

На вынос пестицидов из почвы существенное влияние оказывают физико-химические свойства, дозы, формы и способы применения пестицидов, а также параметры, характеризующие геосистемы в целом (степень расчлененности и дренированности территории, величина поверхностного и грунтового стока, соотношение осадков и испарения), и свойства собственно почв, определяющие их водный режим (гранулометрический состав, водопроницаемость, наличие мерзлоты). Физико-химические свойства почв под лесной растительностью существенно отличаются от окружающих их пахотных почв, особенно эродированных, что также отражается на выносе загрязняющих веществ.

Для большинства пестицидов наибольшие их концентрации обнаруживаются в стоках, образованных первыми после применения пестицида сильными дождями или интенсивным «дождеванием» при искусственном орошении. Однако наибольшее количество пестицидов попадает в поверхностные воды и, в том числе, поливные, при авиационной обработке территории – средняя концентрация пестицида в реке после авиационной обработки может составлять до  $100 \text{ мкг/дм}^3$ , после наземной обработки – не более  $23\text{--}25 \text{ мкг/дм}^3$ . Пестициды, применяющиеся в форме смачивающегося порошка, в зависимости от длительности и интенсивности дождя или уклонов водосбора, могут вымываться в значительно больших количествах (до 5 % от содержания в почве) по сравнению с пестицидами, применяемыми в виде водного раствора или масляной эмульсии (0,5–1,4 %).

Поступление пестицидов в подземные воды может происходить в результате авиаобработок и с дождевыми или поливными водами, при отборе воды загрязненными пестицидами устройствами, при выливании или высыпании пестицидов на почву рядом с колодцами, а также в результате миграции пестицидов через почву с инфильтрационными водами.

В период с 1975 по 1995 гг. в СССР пестициды производились в объеме, превышающем экономическую или хозяйственную необходимость, без учета особенностей детоксикации этих химических веществ в ландшафтах. Практика составления заявки на получение пестицидов за год до их применения приводила к тому, что заказанный ассортимент и объем не соответствовали прогнозу

вредоносности вредителей и сорняков. В результате этого в ряде регионов эти средства не были востребованы к применению и пришли в негодность от длительного хранения.

В настоящее время на территории России выявлено более 24 тыс. тонн устаревших пестицидов, многие из которых являются стойкими, высоко токсичными соединениями и хранятся с нарушением действующих правил. Обнаруженные значительные количества пестицидов в почве на расстоянии 50 – 150 м от склада хранения или от края полигона захоронения пестицидов в период весеннего половодья или ливневых дождей являются источником загрязнения поверхностных вод, а также подземных вод в случае выраженной миграционной способности пестицидов и слабой сорбционной способности почвы.

## **15. Справочные материалы по некоторым пестицидам**

Ниже будут приведены справочные материалы по наиболее часто используемым пестицидам. Для удобства использования информация организована следующим образом:

- наиболее распространенное название (ниже строкой в скобках перечислены синонимы и/или названия смесевых препаратов, включающих в себя рассматриваемое вещество);
- химическая формула (для известных соединений);
- краткая общая информация;
- данные о токсичности для различных организмов;
- данные о ПДК<sub>в</sub> и ПДК<sub>вр</sub>.

При необходимости найти информацию об интересующем веществе по его названию следует воспользоваться алфавитным указателем в конце пособия.

### **15.1. Гербициды**

#### ***Бромоксинил***

- (бюктрил Д, бюктрил-25, броминаль, бромотрил, парднер)
- 3,5-дибром-4-гидроксибензонитрил
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 130 мг/дм<sup>3</sup>. Следует избегать попадания препарата на открытые участки кожи и на слизистые глаз.
- Мало токсичен для пчел и других насекомых (4-й класс опасности), высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,063–0,046 мг/дм<sup>3</sup> при экспозиции 24 ч.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК<sub>вр</sub> – 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>.

## **Бутапон**

- (2,4-Д бутиловый эфир, бутиловый эфир 2,4-Д, 2,4-ДБЭ, БЭ 2,4-Д).
- 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты бутиловый эфир
- Бесцветная жидкость, практически нерастворима в воде. Технический препарат пахнет дихлорфенолом и окрашен в коричневый цвет. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами; следует избегать попадания препарата на открытые участки кожи и на слизистые глаз. Препарат используется для борьбы с сорными растениями в зерновых культурах, на кукурузе, в сенокосных угодьях. Выпас скота и скашивание трав разрешается через 45 дней после обработки. Запрещается обрабатывать участки, расположенные ближе 200 м от водоемов.
- Мало токсичен для пчел, токсичен для рыб –  $СК_{50}$  2,4 мг/дм<sup>3</sup> при экспозиции 24 ч. Обладает эмбриотоксичностью и выраженной тератогенностью, является аллергеном.
- $ПДК_v$  – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>,  $ПДК_{вр}$  – 0,004 мг/дм<sup>3</sup>.

## **2,4-Д кислота**

- (основной метаболит гербицидов на основе 2,4-Д, таких как амидим, аминопелик, агрион, 2,4-ДА (2,4-Д аминная соль), 2,4-Д ДМА (диметиламинная соль), 2,4-Д 500, дезормон, дикамин-Д, дикопур Ф, гербоксон, луварам, луварам экстра, полистимулин А-б; входит в состав следующих смесевых препаратов: амилон, бюктрил Д, гранд, диален, диален супер, ланцет, лендмастер, лонтрим, лотус Д, метофен, октапон экстра, октиген, прима, сангор, тордон 101, трезор, феноксазин, фенфиз, чист(а)лан, чисталан экстра, эстерон)
- 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 540 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности как со среднетоксичными пестицидами.
- Токсичен для пчел и высоко токсичен для рыб –  $СК_{50}$  0,35 – 5,2 мг/дм<sup>3</sup> при экспозиции 96 ч. 2,4-Д вызывает лейкопению. Бионакопление практически отсутствует (БФ 3 – 15).
- $ПДК_v$  – 0,0002 мг/дм<sup>3</sup>;  $ПДК_{вр}$  – аминная соль 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, натриевая соль – 0,62 мг/дм<sup>3</sup>. ПДК по ВОЗ 0,03 мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Диклофон-метил***

- (иллоксан, продифокс, хоеграсс, хоелон)
- (RS)-2-[4-(2,4-дихлорофенокси)фенокси] пропионовой кислоты метиловый эфир
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 50 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,35 мг/дм<sup>3</sup> при экспозиции 96 ч. Обладает значительной способностью к биоаккумуляции (БФ 29 732).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,0008 мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Иоксинил***

- (актрил, бантрол, тотрил, цертол)
- 4-гидрокси-3,5-дииодбензонитрил
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 50 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Не токсичен для пчел, высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,28–3,6 мг/дм<sup>3</sup> при экспозиции 24 ч. Биоаккумуляция слабая (БФ 260-300).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах содержание препарата не допускается.

### ***Молинат***

- (оксонат, ордрам, ордрам БЕ, тиолент, шакимол, ялан)
- N,N-гексаметилен-S-этилтиокарбамат, S-этил-N-гексаметилениминотиокарбамат
- Светлая маслянистая жидкость, растворимость в воде 880 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (3-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,2–1,3 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Биоаккумуляция слабая (БФ 230-260). Ялан применяется для борьбы с однолетними злаковыми сорными растениями в посевах риса. В почве препарат сохраняется от 2 до 6 месяцев.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,07 мг/дм<sup>3</sup>; ГН<sub>пв</sub> – 0,07 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,0007 мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Оксифлуорфен***

- (гоал, гоал 2Е, колтар)
- 4-нитро-3-этокси-4'-трифторметил-2'-хлордифениловый эфир
- Оранжевое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Не токсичен для пчел и других насекомых, высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,2–0,41 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Токсичность для птиц 4–5 г/кг.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, ОДУ<sub>в</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Пендиметалин***

- (стомп, аккотаб, гербадокс, пенитран, проул)
- 2,6-динитро-N-(1-этилпропил)-3,4-ксилидин
- Желтое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (3-й класс опасности), высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,42 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,006 мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Пентахлорфенол***

- (акутокс, дауцид-7, легнозан, пенталидол, пентахлор, ПХФ, РСР, сантофен-20, тоталекс, фунгол)
- 2,3,4,5,6-пентахлор-1-оксибензол
- Белое кристаллическое вещество со слабым запахом, растворимость в воде 1-20 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высокотоксичными пестицидами.
- Токсичен для пчел, высокотоксичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,17 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 48 ч). БФ около 10 000, бионакопление и кумуляция в растениях (до 13 %) выражены – внесение в кислую почву отходов, содержащих пентахлорфенол, вызывает сильное загрязнение растений. По канцерогенным свойствам относится к группе 2Б – возрастание риска саркомы, лейкоза, рака кожи, губы, рта, глотки.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>; для пентахлорфенолята натрия ПДК<sub>вр</sub> – 0,0005 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК по ВОЗ – 0,009 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Тербутрин**

- (игран, кларосан, пребан; входит в состав смесового препарата топогард)
- 2-*трет*-бутиламино-6-метилтио-4-этиламино-1,3,5-триазин
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 25–58 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,32–8,0 мг/дм<sup>3</sup>, для птиц не токсичен. Является канцерогеном.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – норматив не разработан.

### **Трифлуралин**

- (айвер, гербитреф, дигермин, нитран, нитран 1, нитран П, нитран 1П, олитреф, продате, трефлан, трефлон, трифлурекс, трифлюрекс, трифторамина, флюран; входит в состав смесовых препаратов флютар, фортресс)
- 2,6-динитро-N,N-дипропил-4-трифторметиланилин
- Кристаллическое вещество светло-желтого цвета, растворимость в воде до 1 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (однако в Государственном Каталоге по токсичности пчел отнесен к 1 группе, т.е. к 1-му классу опасности), высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,002–0,098 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Этот гербицид используется для борьбы с однолетними сорными растениями при обработке сои, хлопчатника, подсолнечника, на капусте и томатах, моркови, арбузах и др. Во всех случаях обязательна заделка в почву, так как препарат легколетуч. Сам трефлан сравнительно быстро метаболизируется под действием микроорганизмов почвы с образованием 28 продуктов превращения, однако некоторые из этих продуктов могут сохраняться в почве до 3-х лет. БФ 5000, характеризуется умеренным биоаккумуляцией. Трефлан – потенциальный онкоген, обладает канцерогенными свойствами в случае наличия технологической примеси нитрозоамина.
- ПДК<sub>в</sub> - 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК<sub>вр</sub> - 0,0003 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Флуазифоп-П-бутил**

- (галакон, галокон, онецид, флуазифоп-бутил, фузилад, фюзилад, фюзилад-супер, фюзилад-форте)
- (RS)-2-[4-(5-трифторометилпиридил-2-окси)фенокси]пропионовой кислоты *n*-бутиловый эфир
- Светло-желтая жидкость без запаха, растворимость в воде 2 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и птиц, высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,53–1,37 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Хизалофоп-П-этил**

- (ассур П, квизалофоп-П-этил, пилот П, тарга, тарга-супер, хизалофоп-этил, хинофоп-этил, НС 302)
- (R)-2-[4-(6-хлорохиноксалин-2-илокси)фенокси]пропионовой кислоты этиловый эфир
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (3-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,46–10 мг/дм<sup>3</sup>. Обладает выраженной биоаккумуляцией.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – норматив не разработан.

## **15.2. Инсектоакарициды**

### **Альдрин**

- (аглюкон, алдерстан, алдрин, альдрекс, астекс, вератокс, вернит, гриллуксан, дринокс, картофин, октален, препарат 118, солдрин, эрузин)
- 1,2,3,4,10,10-гексахлор-1,4,4а,5,8,8а-гексагидро-1,4,-эндо-экзо-5,8-диметанофталин (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>6</sub>)
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,025-0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с сильно действующим ядовитым веществом (СДЯВ). Альдрин изготавливался промышленностью с 1950 г. и использовался во всем мире до начала 70-х годов с целью борьбы с вредителями растений. Альдрин широко использовался для протравливания семян и опрыскивания хлопчатника. В почве, растениях, в организме насекомых и позвоночных альдрин метаболизируется с образованием дильдрина. В почве данный инсектицид сохраняется долгое время: через

год после опрыскивания обнаруживается 90%, а через 3 года – 72-80% использованного препарата. При 24–40°C 4-8% альдрин превращается в дильдрин. Альдрин придает воде специфический запах и горько-вяжущий привкус. Порог ощущения запаха соответствует концентрации 0,03 мг/дм<sup>3</sup>, привкус возникает при концентрации 0,002 мг/дм<sup>3</sup>. В концентрациях 0,02-0,1 мг/дм<sup>3</sup> препарат не изменяет процессов биохимического окисления органических соединений, а при концентрациях 1-10 мг/дм<sup>3</sup> повышает БПК и оказывает стимулирующее влияние на развитие сапрофитной микрофлоры воды.

- Высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,0052 – 0,0082 мг/дм<sup>3</sup>. БФ 10 434–12 260, значительное биоаккумуляция; выражено кумулятивен. Канцероген, отнесен к 3 группе.
- ПДК<sub>в</sub> - 0,002 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах содержание препарата не допускается; по ВОЗ ПДК 0,0003 мг/дм<sup>3</sup>.

### *Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)*

- (бензолгексахлорид, браконил, вармексан, гексадин, гексатил, гексатокс, гексахлоран, ГХЦГ, долмикс, котол, синекс)
- 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан (смесь изомеров)
- Кристаллическое вещество белого или кремового цвета со стойким запахом плесени, небольшая растворимость в воде: альфа-изомер – 2,0; бета-изомер – 0,24; гамма-изомер – 7,8 и дельта-изомер – 31,4 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- ГХЦГ применяют в форме технического препарата – смеси восьми стереоизомеров (α,β,γ,δ,ε,ζ,η,θ) - желтовато-серого (грязного) цвета с запахом плесени. Это инсектицид комплексного действия, который применяют для борьбы с различными вредными насекомыми, в том числе в качестве инсектицидной добавки к протравителям семян с целью предохранения всходов от повреждения почвообитающими вредителями. В водоемы ГХЦГ поступает из почвы с поверхностными стоками и ирригационными водами. При содержании ГХЦГ в почве 3,3 -5 мг/кг в воду переходит 0,6 мг/дм<sup>3</sup> препарата. Если дожди идут сразу после внесения в почву ГХЦГ, в водоемы переходит ~ 1% препарата. Вынос гексахлорциклогексана зависит от состояния почвы: с необработанных площадей в 2 раза больше, чем со вспаханного поля. В водоемы ГХЦГ поступает также в результате непосредственного применения гексахлорциклогексана или гамма-

гексахлорциклогексана для обработки воды при борьбе с комарами, за счет загрязнения сточными водами предприятий по производству пестицидов. Из воды гексахлорциклогексан мигрирует по водным биологическим цепям: вода – фитопланктон – зоопланктон – рыбы – рыбаедные птицы; рыбы – морские млекопитающие; рыбы – человек. ГХЦГ длительно сохраняется в почве: через 3 года после обработки в почве обнаруживалось 5% препарата. ГХЦГ – высокотоксичный нейротропный яд, обладающий эмбриотоксическим, кожно-резорбтивным и местно-раздражающим действием. ГХЦГ поражает кроветворную систему. Летальная доза для человека составляет 15 грамм. Применение ГХЦГ в РФ не разрешено.

- Токсичен для пчел и высоко токсичен для рыб (см. гамма-ГХГЦ). Кумулятивные свойства выражены.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах содержание препарата недопустимо.

### *Гексахлорциклогексан (гамма-изомер)*

- (линдан)
- 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан (гамма-изомер)
- Белый кристаллический порошок, растворимость в воде 6-10 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высокотоксичными пестицидами. Линдан, как и другие изомеры ГХЦГ, отличается относительной стойкостью в почве, период полураспада составляет 1 год. Высокоэффективный инсектицид с широким спектром действия, он был одним из наиболее широко используемых инсектицидов в мире и применялся на многих сельскохозяйственных культурах. Линдан прекрасно подходит для подавления широкого спектра сосущих и жующих насекомых. С его помощью можно также контролировать зерно и злаковые в хранилищах, в сельскохозяйственных угодьях и в животноводстве. Применение препарата в РФ строго регламентировано. В настоящее время для защиты растений разрешается использовать линдан только в смесевых протравителях. Кроме того, разрешено использование остатков препарата.
- Очень токсичен для пчел и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,03 – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Дафнии погибают при концентрации 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Он проявляет слабые кумулятивные свойства. В воде данный препарат стабилен: для

биологического разрушения необходимо от 3 недель до 3 лет. По уровню канцерогенности линдан отнесен к группе 2Б.

- ПДК<sub>в</sub> – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах содержание препарата недопустимо.

### *Гептахлор*

- (агронекс-гепта, базаклор, велзикол 104, гептагранокс, гептазол, гептамил, гептанал, гертакс, сепитер, соединение 104, солептакс, умутер, циклол, эптил)
- 1,4,5,6,7,8,8-гептахлор-4,7-эндо-метилен-3а,7,7а-тетрагидроиндин
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,03-0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высокотоксичными пестицидами. В основном гептахлор используется для борьбы с почвенными насекомыми и термитами, а также с насекомыми – вредителями хлопка, саранчой и малярийными комарами. В ходе обмена веществ в почве, растениях и животных гептахлор преобразуется в гептахлор эпоксид, который в биологических системах более устойчив и канцерогенен.
- Токсичен для пчел и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,008-0,019 мг/дм<sup>3</sup>. Кумуляция и бионакопление выражены резко. Мутаген, по уровню канцерогенности отнесен к группе 2Б.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – норматив не разработан; ПДК по ВОЗ – 0,00003 мг/дм<sup>3</sup>.

### *ДДТ*

- 1,1-ди(4-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтан (C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub>)
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,001–0,040 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами. ДДТ был одним из первых мощных инсектицидов, широкое применение которого связано с борьбой против переносчиков малярии и сыпного тифа во многих странах. Однако из-за широкого спектра действия вместе с вредными насекомыми уничтожались и полезные, а устойчивость ДДТ приводила к тому, что он накапливался в пищевых цепях и оказывал губительное действие на их концевые звенья. Технический препарат этого инсектицида обычно содержит 75-76% основного вещества, остальное – родственные соединения (*o*- и *n*-изомеры и др.). В настоящее время в большинстве стран введен запрет на применение ДДТ (в РФ – с 1970 г.). Однако полный запрет на применение ДДТ существует не во всех стра-

нах, кроме того, во многих странах еще имеются солидные запасы ДДТ. ДДТ отличается высокой стойкостью в почве и имеет период полураспада 15 лет, а в воздухе 7 дней. Обладая высокой стойкостью, ДДТ метаболизируется в окружающей среде и в организме животных, давая метаболиты нескольких типов, основным из которых является ДДЭ. ДДТ является канцерогеном и мутагеном, эмбриотоксином, нейротоксином, иммунотоксином, изменяет гормональную систему, обладает способностью к накоплению в организме животных и человека. Несмотря на то, что применение ДДТ было запрещено во всех странах с 1970–1972 гг., в начале 80-х годов было отмечено увеличение содержания метаболита ДДЭ в тканях птиц, обитающих в пустынных юго-западных районах США, что свидетельствовало о нелегальном применении ДДТ. За период с 1970 по 1993 г. использование ДДТ составило 990 тыс. тонн, а за период с 1950 по 1993 г. – 2,6 млн. тонн.

- Токсичен для пчел и высоко токсичен для рыб –  $СК_{50}$  0,0004–0,005 мг/дм<sup>3</sup>. Бионакопление значительное – БФ 27 000 –37 000. По канцерогенным свойствам отнесен к группе 2Б, обладает мутагенностью и гонадотоксичностью. Степень накопления в моркови 12,8; в люцерне – 8,1; в бобах сои – 7,4; в клубнях картофеля – 6,6; в сахарной свекле – 6,7.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах содержание препарата недопустимо.

### **Дильдрин**

- (алвит, ГЭОД, дилдрин, диэльдрин, инсекталак, окталокс, препарат 497, репизан)
- 1,2,3,4,10,10-гексахлор-6,7-эпокси-1,4,5,8-ди(эндо-метилен)-бицикло[4,4,0]децен-2 (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>6</sub>O)
- Кристаллическое вещество, растворимость в воде составляет 0,02–0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с сильно действующими ядовитыми веществами (СДЯВ). Дильдрин появился в 1948 г. и использовался для борьбы с почвенными насекомыми. В тех случаях, когда у насекомых вырабатывалась устойчивость к ДДТ, использовали дильдрин, который более эффективен и более стоек. Дильдрин отличается высокой стойкостью в почве. В странах с умеренным климатом имеет период полураспада 3–4 года.

- Высоко токсичен для пресноводных рыб –  $СК_{50}$  0,0014–0,028 мг/дм<sup>3</sup>, для морских рыб –  $СК_{50}$  0,0055–0,0071 мг/дм<sup>3</sup>. БФ 2 000–3 000, бионакопление среднее; кумуляция в растениях выражена. Дильдрин является канцерогеном, влияет на иммунную систему, на мозговую деятельность. Он запрещен к применению во всех странах, однако благодаря своей высокой устойчивости он еще долго будет оказывать влияние на различные экосистемы и здоровье населения.
- Нормативы не разработаны.

### *Мирекс*

- 1,1a,2,2,3,3a,4,5,5a,5b,6-додекахлорафта-гидро-1,3,4-метен-1Н-циклобута [cd]пентален (C<sub>10</sub>Cl<sub>12</sub>)
- Эффективный инсектицид, который применялся для борьбы с муравьями в середине 50-х годов. Мирекс применялся также для повышения огнестойкости пластмасс, каучуков, краски, бумаги и электротоваров. В СССР мирекс применялся мало, но все же попытки были, и следы мирекса аналитики иногда обнаруживают. Мирекс считается одним из наиболее стойких пестицидов, его период полураспада в почве достигает 10 лет. Благодаря своей летучести мирекс способен переноситься на значительные расстояния.
- Мирекс токсичен для рыб, может вызывать эндокринные нарушения у человека и, возможно, представляет собой риск канцерогенных заболеваний.
- Нормативы не разработаны.

### *Полихлоркамфен*

- (камфехлор, мелитокс, октафен, полидафен (смесь с ДДТ), ПХК, соединение 3956, токсафен, хлорфен)
- Реакционная смесь 20-ти хлорированных камфенов, содержащая 67-69% хлора
- Воскообразное твердое вещество от светлого до темно-коричневого цвета со слабым терпеновым запахом, растворимость в воде 0,5–3,0 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высокотоксичными пестицидами. При нагревании, на ярком солнечном свете препарат подвергается дигидрохлорированию. Поликамфен раздражает слизистые, следует избегать попадания препарата на кожу. Не допускается остаточное содержание поликам-

фена в продуктах питания. В настоящее время поликамфен запрещен для применения. Ранее он использовался для борьбы с вредителями сахарной свеклы, гороха, для борьбы с колорадским жуком на картофеле.

- Токсичен для пчел, высоко токсичен для рыб –  $СК_{50}$  0,002–0,009 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Бионакопление значительное – БФ 22 026; кумуляция высокая. Канцероген, мутаген.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>. В воде водоемов рыбохозяйственного назначения содержание препарата недопустимо.

### ***Полихлорпинен***

- (ПХП, препарат 3961, стробан, хлорпинан, хлортен)
- Вязкая безцветная маслянистая жидкость, практически не растворимая в воде. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Высоко токсичен для рыб –  $СК_{50}$   $1,5 \cdot 10^{-5}$  мг/дм<sup>3</sup>. Кумулятивные свойства выражены, канцероген.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>; ГН<sub>пв</sub> – 0,2 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах содержание препарата не допустимо.

### ***Хлордан***

- (белт, велзикол 1068, додохлор, октахлор, токсихлор, хлориндан)
- 2,3,3а,4,7,7а-гексагидро-4,7-метано-1,2,4,5,6,7,8,8-октахлоринден
- Вязкая маслянистая жидкость, растворимость в воде 0,056–1,85 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с сильно действующим веществом (СДЯВ). Хлордан появился в 1945 году и использовался в основном в качестве инсектицида для борьбы с тараканами, муравьями, термитами и другими домашними вредителями. Отличается высокой стойкостью в почве, его период полураспада составляет около 4 лет. Его стойкость и высокий коэффициент распределения способствует связыванию с водными осадками и биоконцентрации в организмах.
- Токсичен для пчел и высоко токсичен для рыб –  $СК_{50}$  для пресноводных рыб 0,008–0,04 мг/дм<sup>3</sup>, для морских рыб – 0,0055 мг/дм<sup>3</sup>. Бионакопление значительное – БФ 20 000–30 000. По канцерогенному действию отнесен к группе 2А. В СССР применение не было разрешено.
- Нормативы не разработаны.

## Эндрин

- (ларган, октанекс, препарат 269, стереоизомер дильдрин, фалендрин, эндрекс, эндрикол)
- 1,2,3,4,10,10-гексахлор-6,7-эпоксид-1,4,5,8-ди-эндо-метилен-1,4,4а,5,6,8,8а-окта-гидронафталин (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>6</sub>O)
- Кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,024–0,26 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами. Эндрин используется с 50-х годов для борьбы с разнообразными сельскохозяйственными вредителями, в основном встречающимся на хлопке, а также на рисе, сахарном тростнике и других культурах. Отличается высокой стойкостью в почве (в некоторых случаях период полураспада достигает 12 лет).
- Токсичен для пчел и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> – 0,02 мг/дм<sup>3</sup> при экспозиции 24 часа), водных беспозвоночных и фитопланктона. Бионакопление умеренное – БФ 3 000–6 000.
- Нормативы не разработаны.

## Альфа-циперметрин

- (альфациметрин, альфаметрин, альфа-ципи, ММ-альфа, конкорд, ренегейд, фастак, фендона, WL 85871)
- α-циано-3-феноксibenзиловый эфир 3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой-1 кислоты; смесь (1:1) изомеров циперметрина
- Кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,005–0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высокотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,0028–0,035 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Бионакопление и кумуляция выражены.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах содержание препарата недопустимо.

### **Бета-циперметрин**

- (бета-изомер ципермитрина; асиметрин, кинмикс, циперил S-УМО)
- Смесь изомеров циперметрина (см. циперметрин).
- Белый кристаллический порошок, практически не растворим в воде. Меры предосторожности – как с высоко токсичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (1-й класс опасности) и рыб –  $СК_{50}$  0,015–0,035 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Бионакопление умеренное – БФ до 3 000.
- Нормативы см. по циперметрину.

### **Бета-цифлутрин**

- (байтرويد, бетацифлутрин, бульдок, респонсар, цифлутрин, смесевой препарат чинук)
- Сложный эфир 2-дихлорэтенил-3,3-диметилциклопропанкарбоновой (перметриновой) кислоты с 3-фторфенокси- $\alpha$ -цианбензиловым спиртом
- Бесцветное кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,0012–0,0021 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности как со среднетоксичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (1-й класс опасности); не токсичен для радужной форели и ушастого окуня, высоко токсичен для дафний –  $СК_{50}$   $2,9 \cdot 10^{-4}$ – $1,8 \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup>.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

### **Бифентрин**

- (бифатрин, бифенат, бригад, бригейр, кейпча, клипер, семафор, талстар, смесевой препарат – простор)
- (Z)-(1RS)-*цис*-3-(2-хлор-3,3,3-трифторпропил-1-енил)-2,2-диметилциклопропан карбоновой кислоты 2-метилбифенил-3-метилловый эфир
- Чистый продукт – кристаллическое вещество, технический продукт – вязкая маслянистая жидкость, практически не растворимы в воде. Меры предосторожности – как с высокотоксичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (3-й класс опасности), высоко токсичен для рыб –  $СК_{50}$  0,00015–0,00034 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

### **Бромистый метил**

- (бромметан, бромметил, бром-о-газ, метабром, метабром 100, метилбромид, терр-о-газ)
- Бесцветная жидкость, растворимость в воде около 18 г/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности как с высокотоксичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (1-й класс опасности) и для рыб – СК<sub>50</sub> 0,63 мг/дм<sup>3</sup>. Бионакопление слабое.
- ПДК<sub>в</sub> – по Br<sup>-</sup> 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, по CH<sub>3</sub>Br – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – по Br<sup>-</sup> – 1,35 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Бромпропилат**

- (акарол, акпин, неорон, фенизобромолат, фолбекс ВА, А-2443, п2529)
- 4,4'-дибромбензиловой кислоты изопропиловый эфир
- Кремовое кристаллическое вещество, растворимость в воде составляет 5 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности), высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,35–2,4 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Кумуляция выражена.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,0003 мг/дм<sup>3</sup>; ОБУВ<sub>вр</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Дельтаметрин**

- (бутокс, бутофлин, веста 007\*, декаметрин, дельтацид, децел, децис, децис-квик, децис фло, децис экстра, К-Обиоль, К-Отек, сплэндер, Фас)
- (1R)-*цис*-3-(2,2-дибромвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты (S)-3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир
- Белое кристаллическое вещество, практически не растворим в воде. Меры предосторожности – как с высоко токсичными пестицидами.
- Высоко токсичен для пчел (1-й класс опасности) и для рыб – СК<sub>50</sub> 0,001-0,01 мг/дм<sup>3</sup>. БФ 100 000 – бионакопление значительное.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,006 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

### **Диазинон**

- (алфатокс, базудин, диазинон, диазитол, диазол, грзли, гром, гром-2, кайязинон, медветокс, неоцидол, почин, сарлекс, саролекс)
- *O*-(2-изопропил-6-метилпиримидин-4-ил)-*O,O*-диэтилтиофосфат
- Бесцветная маслянистая жидкость, растворимость в воде 40 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высокотоксичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (1-й класс опасности) и птиц, высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,6-2,2 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч); для канадской радужной форели – СК<sub>50</sub> 0,002 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 24 ч). Биоаккумуляция слабая.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,004 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

### **Зета-циперметрин**

- (зета, зетаметрин, тарзан, таран, фьюри)
- Смесь энантиомеров (S)- $\alpha$ -циан-3-феноксibenзил (1RS, 3RS)-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилата и (S)- $\alpha$ -циан-3-феноксibenзил (1RS, 3RS)-3-(2,2-ди-хлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилата в соотношении 45-55 : 55-45; цис,транс-3-(2,2-дихлор-винил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты-3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир (C<sub>22</sub>H<sub>19</sub>Cl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- Темно-коричневая вязкая жидкость, растворимость в воде 0,045 мг/дм<sup>3</sup> (при 25 °C). Меры предосторожности – как с высокотоксичными пестицидами.
- Не токсичен для пчел, однако по данным Государственного Каталога отнесен к 1-ому классу опасности. Высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,15-2,37 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 48 ч).
- Нормативы см. по циперметрину.

### **Карбофуран**

- (адифур, бетафур, брифур, дайфуран, куратер, фурадан, фуран, хинфур)
- *O*-(2,3-дигидро-2,2-диметилбензофуранил-7) метилкарбамат
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 700 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с особо токсичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (1-й класс опасности), высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,28 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). БФ 40 – бионакопление почти отсутствует.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>; для воды рыбохозяйственных водоемов норматив не разработан.

### **Каратэ**

- (икон, карате, карате зеон, коммодор, лямбда-цигалотрин, лямбдацигалотрин, самурай, цигалотрин)
- Смесь изомеров (1:1) цигалотрина – (1RS)-*цис*-2,2-диметил-3-(3,3,3-трифтор-2-хлорпропенил)-циклопропанкарбоновой-1 кислоты (RS)- $\alpha$ -циано-3-феноксibenзиловый эфир
- Бесцветное кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,005 мг/дм<sup>3</sup> (рН 6,5), 0,004 мг/дм<sup>3</sup> (рН 5,0). Меры предосторожности – как с высоко токсичными пестицидами.
- Высоко токсичен для пчел (1-й класс опасности) и особо токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,00054 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

### **Оксамил**

- (видат, ДРХ 1410)
- N,N-диметил-2-метилкарбамоилоксиимино-2-(метилтио)ацетамид
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 280 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с особо токсичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (1-й класс опасности) и рыб – СК<sub>50</sub> 4,2-27,5 мг/дм<sup>3</sup>.
- Нормативы не разработаны.

### **Перметрин**

- (анометрин, висметрин, дамбуш, корсар, пермосект, ровикурт, талкорд, торнадо, эксмин, эктибан, эфоксен, смесевые препараты искра, пермефос)
- (IRS)*цис, транс*-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты 3-феноксibenзиловый эфир
- Растворимость в воде 10 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами. Мутагенные и канцерогенные свойства пока не установлены.
- Высоко токсичен для пчел (1-й класс опасности) и для рыб – СК<sub>50</sub> 0,01–0,052 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Бионакопление выражено – накапливается в жировой ткани и проникает в мозг.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,07 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо; ОДУ по ВОЗ 0,02 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Пропаргит**

- (комайт, комит, омайт, орнамайт)
- 2-(4-*трет*-бутилфенокси) циклогексилпропин-2-ил-сульфит
- Бесцветная маслянистая жидкость, не растворим в воде. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и птиц, высоко токсичен для рыб –  $СК_{50}$  0,1–0,12 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч).
- ПДК<sub>вр</sub> – 0,004 мг/дм<sup>3</sup>, ОДУ по ВОЗ 0,002 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Тау-флювалинат**

- (маврик, маврик 2Е, спур, флувалинат клартан, флювалинат)
- N-( $\alpha,\alpha,\alpha$ -трифтор-2-хлор-*n*-толил)-D-валина (RS)-3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир; (R)-3-метил-2-(4-трифторметил-2-хлорфениламино)-бутановой кислоты (RS)-3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир
- Вязкое желтое масло (технический продукт), практически не растворим в воде. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (3-й класс опасности) и птиц, высоко токсичен для рыб –  $СК_{50}$  0,0009–0,0029 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

### **Фенвалерат**

- (баверсан, белмарк, пидрин, санвалерат, санмартон, сумифлай, сумицидин, фенакс, фенаксин, фенвал, фенрио, эктрин)
- (RS)-2-метил-(4-хлорфенил)бутановой кислоты (RS)- $\alpha$ -циано-3-феноксibenзиловый эфир; 3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир 2-хлорфенил-4-метилбутановой кислоты
- Вязкая желтоватая жидкость со слабым запахом, растворимость в воде 0,02–1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высоко токсичными пестицидами.
- Высоко токсичен для пчел (1-й класс опасности) и рыб –  $СК_{50}$  0,0002–0,0004 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 48 ч), средне токсичен для птиц. БФ 50 000 – бионакопление значительное.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,015 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

### **Фенпропатрин**

- (геральд, данитол, меотрин, роди, фенопропатрин)
- 2,2,3,3-тетраметилциклопропанкарбоновой-1 кислоты  $\alpha$ -циан-3-феноксibenзиловый эфир
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,34 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высоко токсичными пестицидами.
- Высоко токсичен для пчел (1-й класс опасности), высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,002–0,0096 мг/дм<sup>3</sup>. БФ 100–300 – бионакопление слабое.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,06 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – норматив не разработан.

### **Фозалон**

- (бензофосфат, золон, кварк, рубитокс)
- *O,O*-диэтил-*S*-(6-хлорбензоксазоинилин-3-метил) дитиофосфат
- Белое кристаллическое вещество, с запахом чеснока, растворимость в воде 10 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высоко токсичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (2-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,11–1,4 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч). Бионакопление слабое.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,00003 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Хлорпирифос**

- (дарсбан, лорасбан, нурел-Д, пиренекс, сайрен, фосбан, смесевой препарат ципи плюс)
- *O,O*-диэтил-*O*-(3,5,6-трихлорпиридил-2) тиофосфат
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 2,0 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высоко токсичными пестицидами.
- Высоко токсичен для пчел (1-й класс опасности), и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,1–0,4 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 48 ч). БФ 2 000–5 000 – бионакопление значительное.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

## ***Циперметрин***

- (арриво, баррикад, зета, Инта-Вир, нурелл, рипклад, ровикил, стокадж, флектрон, цимбуш, цинометрин, ципи, циперплюс, циперкил, ципершанс, цитокор, циракс, шерпа)
- (1RS)-цис,транс-3(дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты (RS)-3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир
- Вязкая желтоватая жидкость со слабым запахом, растворимость в воде 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с высоко токсичными пестицидами.
- Высоко токсичен для пчел и рыб – СК<sub>50</sub> 0,0012–0,0029 мг/дм<sup>3</sup>. БФ 1 600–3 200 – бионакопление умеренное.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,006 мг/дм<sup>3</sup>; в рыбохозяйственных водоемах присутствие препарата недопустимо.

### **15.3. Дефолианты**

#### ***Дикват***

- (реглон, реглон-супер)
- 1,1'-этилен-2,2'бипиридилийбромид
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 700 г/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Нетоксичен для пчел, однако по данным Государственного Каталога отнесен к 1-му классу опасности для пчел. Мало токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 21–67 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,00043 мг/дм<sup>3</sup>.

#### ***Диметипин***

- (харвейд, харвей 25 F)
- 2,3-дигидро-5,6-диметил-1,4-дитиин-1,1,4,4-тетераоксид
- Бесцветное кристаллическое вещество, растворимость в воде 3 г/дм<sup>3</sup> (25 °С). Меры предосторожности – как с мало токсичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и для рыб – СК<sub>50</sub> 8-28 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 96 ч).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,0002 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,0007 мг/дм<sup>3</sup>.

## 15.4. Фунгициды и протравители семян

### *Беномил*

- (агроцит, бенлат, узген, фундазол)
- *N*-[1-бутилкарбамоил)бензимидазол-2]-*O*-метилкарбамат
- Белое кристаллическое вещество со слабым запахом, растворимость в воде 3,8 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с мало токсичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,23-0,8 мг/дм<sup>3</sup>. БФ 80 – бионакопление слабое.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>.

### *Гексахлорбензол*

- (аматин, ГХБ, нобунт, перхлорбензол, саноцид)
- 1,2,3,4,5,6-гексахлорбензол (C<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>)
- Белое кристаллическое вещество, со специфическим неприятным запахом, растворимость в воде 0,005–0,011 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами. Впервые гексахлорбензол был введен в 1945 году в качестве фунгицида для обработки семян зерновых культур, кроме того он использовался при изготовлении фейерверков, боеприпасов и синтетического каучука. В настоящее время он представляет собой главным образом побочный продукт производства большого количества хлорсодержащих веществ, в частности бензолов с низким содержанием хлора, растворителей и некоторых пестицидов. Гексахлорбензол выбрасывается в атмосферу в дымовых газах, образующихся при сжигании мусора и на металлургических предприятиях.
- Токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Полуразпад гексахлорбензола в почве составляет 2,7–5,7 лет. Бионакопление значительное (БФ около 30000), по отношению к растениям обладает кумулятивным эффектом. По канцерогенным свойствам относится к группе 2Б, обладает тератогенным действием.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, ПДК<sub>вр</sub> – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (по ВОЗ 0,001 мг/дм<sup>3</sup>); для воды рыбохозяйственных водоемов норматив не разработан.

### ***Гимексазол***

- (буцид, гидроксиизооксазол, тачигарен)
- 5-метил-3(2H)-изоксазолон
- Кристаллическое вещество, растворимость в воде 850 г/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,28 мг/дм<sup>3</sup>, но не токсичен для карпа – СК<sub>50</sub> 165 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 48 ч).
- ПДК<sub>в</sub> – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,04 мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Дитианон***

- (делан, делан СК)
- 2,3-дициано-1,4-дитиадигидроантрахинон
- Коричневые кристаллы, растворимость в воде 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Не токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,07–4,0 мг/дм<sup>3</sup>.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,07 мг/дм<sup>3</sup>; для воды рыбохозяйственных водоемов норматив не разработан.

### ***Каптан***

- (каптадин, мерпан, ортоцид)
- 1,2,5,6-тетрагидро-*N*-трихлорметилтиофталимид
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,5-8,0 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,047-0,61 мг/дм<sup>3</sup>. БФ около 100 – бионакопление слабое. Мутаген, обладает эмбриотоксичностью.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,2 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,0006 мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Карбендазим***

- (бавестин, БАС-346, БМК, дерозал, колфуго супер, колфуго супер колор, комфорт, олгин, ольгин, феразим, фунабен, смесевые препараты: колфуго дуплет, терминатор)
- *N*-(бензимидазол-2)-*O*-метилкарбамат

- Кристаллическое вещество от серого или голубого до темно-коричневого цвета, растворимость в воде 5 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами. Метаболит фундазола.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,24-0,36 мг/дм<sup>3</sup>. Обладает канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>; для воды рыбохозяйственных водоемов норматив не разработан.

### ***Манкоцеб***

- (акробат МЦ\*, дитан М-45, дитан-ультра, маназат 200, манкозеб, новозир, пеннкоцеб, профит, утан, смесевые препараты: акробат МЦ, метаксил, ридомил МЦ, ридомил голд, сандофан М-8, сектин, татту, юномил МЦ)
- Комплексное соединение этилен-N,N'-бис(дитиокарбамата) марганца, полимер с цинковой солью (2% Zn; 18% Mn)
- Твердый продукт, растворимость в воде 6,0 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,3-0,8 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 48 ч). Является канцерогеном.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup> (общесанитарный показатель вредности); ПДК<sub>вр</sub> – 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>, ОДУ<sub>в</sub> – 0,015 мг/дм<sup>3</sup> (органолептический показатель вредности).

### ***Меди хлороксид***

- (абига-пик, куправит, куприкол, купритокс, купрокс, курзат Р\*, меди оксихлорид, рекоп, хлорокись меди, смесевые препараты: диксанил, курзат Р, оксихом, ордан, пилон, полихом, цихом)
- Комплекс гидроксида и хлорида меди, гидрат:  $3Cu(OH)_2 \cdot CuCl_2 \cdot xH_2O$  ( $x = 0-3$ )
- Зеленоватый или зелено-голубой порошок, практически нерастворим в воде. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел, но в Государственном Каталоге отнесен к 1-му классу опасности для пчел; высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,54 мг/дм<sup>3</sup>. Бионакопление умеренное.
- ПДК<sub>в</sub> – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,004 мг/дм<sup>3</sup>; 0,001 мг/дм<sup>3</sup> – по меди.

### ***Тиофанат-метил***

- (милдотан, топсин М, топсин-М, смесевой препарат рекс)
- 1,2-ди(3-метоксикарбонил-2-тиоуреидо)бензол
- Кристаллическое вещество, растворимость в воде 50 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами. Потенциальный канцероген, так как в процессе метаболизма образуется БМК (дерозал, фунабен).
- Мало токсичен для пчел (3-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,56 мг/дм<sup>3</sup>.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> для топсина-М 0,26 мг/дм<sup>3</sup>; для смесевоего препарата рекс 0,13 мг/дм<sup>3</sup> (0,02 мг/дм<sup>3</sup>).

### ***Тиурам***

- (актамыр, ТМТД, ТМТД ПТП, ТМТД СП, тирам; смесевые препараты: витавакс 200, витавакс 200 ФФ, витал, витарос, витатиурам, гексатиурам, кемикар-Т, орлок, офтанол Т, раксил Т, тигам, тигам Т, тигам Ц, фенорам, фенорам-супер)
- Тетраметилентиурамдисульфид; тетраметилтиурамдисульфид
- Кристаллическое вещество белого или кремового цвета, растворимость в воде 30 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как со среднетоксичными пестицидами.
- Высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,047-0,10 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 48 ч). Бионакопление и кумуляция выражены. Обладает канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>; для раксила Т – 0,0002 мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Фоллет***

- (тиофал, фалтан, фалтекс, фольпан, фольпет, фталан, смесевой препарат микал)
- N-трихлорметилтиофталимид
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 1 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,036 мг/дм<sup>3</sup>.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,04 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,0005 мг/дм<sup>3</sup>.

### **Хлороталонил**

- (браво, даконил, хлортостип)
- 2,4,5,6-тетрахлоризофталодинитрил
- Белое кристаллическое вещество, растворимость в воде 0,6 мг/дм<sup>3</sup>. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (4-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,1–0,43 мг/дм<sup>3</sup> (экспозиция 24 ч). Не накапливается в растениях.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>; для воды рыбохозяйственных водоемов норматив не разработан.

### **Полирам**

- (органил, полиэтилентиурамдисульфид – цинковая соль; смесевые препараты: авиксил, арцерид, базоцен, бороцид, витаксид, паллинал, полихом, поликарбацин, полирам ДФ, ридополихом)
- Цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом (комплекс)
- Твердое вещество светло-коричневого цвета, практически не растворимо в воде. Меры предосторожности – как с малотоксичными пестицидами.
- Мало токсичен для пчел (3-й класс опасности) и высоко токсичен для рыб – СК<sub>50</sub> 0,11 мг/дм<sup>3</sup>. Бионакопление слабое. Обладает тератогенными свойствами.
- ПДК<sub>в</sub> – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК<sub>вр</sub> – 0,00024 мг/дм<sup>3</sup>.

## **15.5. Регуляторы роста растений**

*N*-окись-2,6-лутидина

(ивин, смесевые препараты: ивин П, капанин, люцис, потейтин)

2,6-диметилпиридина *N*-оксид

Бесцветная жидкость со слабым специфическим запахом, меры предосторожности как с малотоксичными пестицидами.

ПДК<sub>в</sub> для ивина и потейтина – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, для люциса – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном пособии приведены краткие данные о некоторых основных органических загрязняющих веществах, встречающихся в водных системах. Знания о путях их появления в водных системах, закономерностях их поведения и опасности для окружающей среды необходимы для как для специалистов, занимающихся разработкой систем очистки сточных и природных вод, так и для исследователей, занимающихся изучением водных систем, миграции и трансформации загрязняющих веществ. Коллектив авторов надеется, что приведенная информация окажется полезной для студентов старших курсов, а простота и лаконичность изложения позволят данному пособию стать стартовым для студентов младших курсов.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ВЕЩЕСТВ И ПРЕПАРАТОВ

Наименование вещества или препарата	Наименование раздела	Стр.
(1RS)-цис,транс-3(дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты (RS)-3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир	см. Циперметрин	59
(1RS)- <i>цис</i> -2,2-диметил-3-(3,3,3-трифтор-2-хлорпропенил)-циклопропанкарбоновой-1 кислоты (RS)- $\alpha$ -циано-3-феноксibenзиловый эфир	см. Каратэ	56
(IR)- <i>цис</i> -3-(2,2-дибромвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты (S)-3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир	см. Дельтаметрин	54
(R)-2-[4-(6-хлорохиноксалин-2-илокси)фенокси]пропионовой кислоты этиловый эфир	см. Хизалофоп-П-этил	45
(R)-3-метил-2-(4-трифторметил-2-хлорфениламино)-бутановой кислоты (RS)-3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловый эфир	см. Тау-флювалинат	57
(RS)-2-[4-(2,4-дихлорофенокси)фенокси]пропионовой кислоты метиловый эфир	см. Диклофоп-метил	42
(RS)-2-[4-(5-трифторометилпиридил-2-окси)фенокси]пропионовой кислоты <i>n</i> -бутиловый эфир	см. Флуазифоп-П-бутил	45
(RS)-2-метил-(4-хлорфенил)бутановой кислоты (RS)- $\alpha$ -циано-3-феноксibenзиловый эфир	см. Фенвалерат	57
(S)- $\alpha$ -циан-3-феноксibenзил (1RS, 3RS)-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилата и (S)- $\alpha$ -циан-3-феноксibenзил (1RS, 3RS)-3-(2,2-ди-хлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилата смесь энантиомеров	см. Зета-циперметрин	55
(Z)-(1RS)- <i>цис</i> -3-(2-хлор-3,3,3-трифторпропил-1-енил)-2,2-диметилциклопропан карбоновой кислоты 2-метилбифенил-3-метиловый эфир	см. Бифентрин	53
1,1'-этилен-2,2'бипиридилийбробромид	см. Дикват	59
1,1a,2,2,3,3a,4,5,5a,5b,6-додекахлоракта-гидро-1,3,4-метен-1H-циклобута[cd]пентален	см. Мирекс	50

1,1-ди(4-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтан	см. ДДТ	48
1,2,3,4,10,10-гексахлор-1,4,4а,5,8,8а-гексагидро-1,4,-эндо-экзо-5,8-диметанофталин	см. Альдрин	45
1,2,3,4,10,10-гексахлор-6,7-эпокси-1,4,5,8-ди(эндо-метилен)-бицикло[4,4,0]децен-2	см. Дильдрин	49
1,2,3,4,10,10-гексахлор-6,7-эпокси-1,4,5,8-ди-эндо-метилен-1,4,4а,5,6,8,8а-окта-гидронафталин	см. Эндрин	52
1,2,3,4,5,6-гексахлорбензол	см. Гексахлорбензол	60
1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан (гамма-изомер)	см. Гексахлорциклогексан (гамма-изомер)	47
1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
1,2,5,6-тетрагидро-N-трихлорметилтиофталимид	см. Каптан	61
1,2-ди(3-метоксикарбонил-2-тиоуреидо)бензол	см. Тиофанат-метил	63
1,4,5,6,7,8,8-гептахлор-4,7-эндо-метилен-3а,7,7а-тетрагидроиндин	см. Гептахлор	48
2-(4-трет-бутилфенокси) циклогексил-пропин-2-ил-сульфит	см. Пропаргит	57
2,2,3,3-тетраметилциклопропанкарбоновой-1 кислоты $\alpha$ -циан-3-феноксибензиловый эфир	см. Фенпропатрин	58
2,3,3а,4,7,7а-гексагидро-4,7-метано-1,2,4,5,6,7,8,8-октахлоринден	см. Хлордан	51
2,3,4,5,6-пентахлор-1-оксибензол	см. Пентахлорфенол	43
2,3,7,8-тетрахлодибензодиоксин	см. Диоксины	33
2,3-дигидро-5,6-диметил-1,4-дитиин-1,1,4,4-тетераоксид	см. Диметипин	59
2,3-дициано-1,4-дитиадигидроантрахинон	см. Дитианон	61
2,4,5,6-тетрахлоризофталодинитрил	см. Хлороталонил	64
2,4-Д 500	см. 2,4-Д кислота	41
2,4-Д бутиловый эфир	см. Бутапон	41
2,4-Д ДМА (диметиламинная соль)	см. 2,4-Д кислота	41
2,4-Д кислота	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	41

2,4-ДА (2,4-Д аминная соль)	см. 2,4-Д кислота	41
2,4-ДБЭ	см. Бутапон	41
2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота	см. 2,4-Д кислота	41
2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты бутиловый эфир	см. Бутапон	41
2,6-диметилпиридина N-оксид	см. N-окись-2,6-лутидина	64
2,6-динитро-N-(1-этилпропил)-3,4-ксилидин	см. Пендиметалин	43
2,6-динитро-N,N-дипропил-4-трифторметиланилин	см. Трифлуралин	44
2529	см. Бромпропилат	54
2-трет-бутиламино-6-метилтио-4-этиламино-1,3,5-триазин	см. Тербутрин	44
3,5-дибром-4-гидроксибензонитрил	см. Бромоксинил	40
3Cu(OH) <sub>2</sub> ·CuCl <sub>2</sub> ·xH <sub>2</sub> O	см. Меди хлороксид	62
3-фенокси-α-цианобензиловый эфир 2-хлорфенил-4-метилбутановой кислоты	см. Фенвалерат	57
4,4'-дибромбензиловой кислоты изопропиловый эфир	см. Бромпропилат	54
4-гидрокси-3,5-диодбензонитрил	см. Иоксинил	42
4-нитро-3-этокси-4'-трифторметил-2'-хлордифениловый эфир	см. Оксифлуорфен	43
5-метил-3(2H)-изоксазолон	см. Гимексазол	61
IRS)цис, транс-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты 3-феноксибензиловый эфир	см. Перметрин	56
N-(α,α,α-трифтор-2-хлор-п-толил)-D-валина (RS)-3-фенокси-α-цианобензиловый эфир	см. Тау-флювалинат	57
N-(бензимидазоллил-2)-O-метилкарбамат	см. Карбендазим	61
N,N-гексаметилен-S-этилтиокарбамат	см. Молинат	42
N,N-диметил-2-метилкарбамоилоксиимино-2-(метилтио)ацетамид	см. Оксамил	56
N-[1-бутилкарбамоил)бензимидазоллил-2]-O-метилкарбамат	см. Беномил	60
NC 302	см. Хизалофоп-П-этил	45
N-окись-2,6-лутидина	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Регуляторы роста растений	64
N-трихлорметилтиофталимид	см. Фоллет	63
S-этил-N-гексаметилениминотиокарбамат	см. Молинат	42

WL 85871	см. Альфа-циперметрин	52
$\alpha$ -циано-3-феноксibenзиловый эфир 3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой-1 кислоты	см. Альфа-циперметрин	52
A-2443	см. Бромпропилат	54
Абига-пик	см. Меди хлороксид	62
Авиксил	см. Полирам	64
Аглюкон	см. Альдрин	45
Агрион	см. 2,4-Д кислота	41
Агронекс-гепта	см. Гептахлор	48
Агроцит	см. Беномил	60
Адифур	см. Карбофуран	55
Айвер	см. Трифлуралин	44
Акарициды	см. Пестициды	36
Акарол	см. Бромпропилат	54
Аккотаб	см. Пендиметалин	43
Акпин	см. Бромпропилат	54
Акробат МЦ	см. Манкоцеб	62
Акробат МЦ*	см. Манкоцеб	62
Актамыр	см. Тиурам	63
Актрил	см. Иоксинил	42
Акутокс	см. Пентахлорфенол	43
Алвит	см. Дильдрин	49
Алдерстан	см. Альдрин	45
Алдрин	см. Альдрин	45
Алфатокс	см. Диазинон	55
Альдрекс	см. Альдрин	45
Альдрин	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
Альдрин	см. Пестициды	29
Альдрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	45
Альфафаметрин	см. Альфа-циперметрин	52
Альфафациметрин	см. Альфа-циперметрин	52
Альфа-циперметрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	52
Альфа-ципи	см. Альфа-циперметрин	52
Аматин	см. Гексахлорбензол	60
Амидим	см. 2,4-Д кислота	41
Амилон	см. 2,4-Д кислота	41
Аминопелик	см. 2,4-Д кислота	41

Амины	см. Органический азот	9
Анилин	см. Органический азот	9
Анометрин	см. Перметрин	56
Антисептики	см. Пестициды	36
Арриво	см. Циперметрин	59
Арцерид	см. Полирам	64
Асиметрин	см. Бета-циперметрин	53
ассур П	см. Хизалофоп-П-этил	45
Астекс	см. Альдрин	45
Аттрактанты	см. Пестициды	36
Афициды	см. Пестициды	36
Ацетон	см. Карбонильные соединения	17
Баверсан	см. Фенвалерат	57
Бавестин	см. Карбендазим	61
Базаклор	см. Гептахлор	48
Базоцен	см. Полирам	64
Базудин	см. Диазинон	55
Байтроид	см. Бета-цифлутрин	53
Бантрол	см. Иоксинил	42
Баррикад	см. Циперметрин	59
БАС-346	см. Карбендазим	61
Белмарк	см. Фенвалерат	57
Белт	см. Хлордан	51
Бензойная кислота	см. Органические кислоты	21
Бензол	см. Углеводороды	13
Бензолгексахлорид	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Бензофосфат	см. Фозалон	58
Бенлат	см. Беномил	60
Беномил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	60
Бетафур	см. Карбофуран	55
Бета-циперметрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	53
Бетацифлутрин	см. Бета-цифлутрин	53
Бета-цифлутрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	53
Бифатрин	см. Бифентрин	53

Бифенат	см. Бифентрин	53
Бифентрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	53
БМК	см. Карбендазим	61
Бороцид	см. Полирам	64
Браво	см. Хлороталонил	64
Браконил	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Бригад	см. Бифентрин	53
Бригейр	см. Бифентрин	53
Брифур	см. Карбофуран	55
Броминаль	см. Бромоксинил	40
Бромистый метил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	54
Бромметан	см. Бромистый метил	54
Бромметил	см. Бромистый метил	54
Бром-о-газ	см. Бромистый метил	54
Бромоксинил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	40
Бромотрил	см. Бромоксинил	40
Бромпропилат	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	54
Бульдок	см. Бета-цифлутрин	53
Бутапон	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	41
Бутилксантогенат калия	см. Ксантаногенаты	27
Бутиловый эфир 2,4-Д	см. Бутапон	41
Бутокс	см. Дельтаметрин	54
Бутофлин	см. Дельтаметрин	54
Буцид	см. Гимексазол	61
БЭ 2,4-Д	см. Бутапон	41
Бюктрил Д	см. Бромоксинил	40
Бюктрил Д	см. 2,4-Д кислота	41
Бюктрил-25	см. Бромоксинил	40
Вармексан	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Велзикол 104	см. Гептахлор	48
Велзикол 1068	см. Хлордан	51

Вератокс	см. Альдрин	45
Вернит	см. Альдрин	45
Веста 007*	см. Дельтаметрин	54
Видат	см. Оксамил	56
Висметрин	см. Перметрин	56
Витавакс 200	см. Тиурам	63
Витавакс 200 ФФ	см. Тиурам	63
Витаксид	см. Полирам	64
Витал	см. Тиурам	63
Витарос	см. Тиурам	63
Витатиурам	см. Тиурам	63
ВН-7	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Галакон	см. Флуазифоп-П-бутил	45
Галокон	см. Флуазифоп-П-бутил	45
Гваякол	см. Фенолы	15
Гексабромбифенил	см. Стойкие органические за- грязняющие вещества	29
Гексадин	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Гексаметилентетрамин	см. Уротропин	10
Гексатил	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Гексатиурам	см. Тиурам	63
Гексатокс	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Гексахлоран	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Гексахлорбензол	см. Стойкие органические за- грязняющие вещества	29
Гексахлорбензол	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	60
Гексахлорциклогексан	см. Пестициды	38
Гексахлорциклогексан (гамма-изомер)	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	47
Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	46
Гексахлорциклогексаны	см. Стойкие органические за- грязняющие вещества	29

Гептагранокс	см. Гептахлор	48
Гептазол	см. Гептахлор	48
Гептамил	см. Гептахлор	48
Гептанал	см. Гептахлор	48
Гептахлор	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
Гептахлор	см. Пестициды	38
Гептахлор	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	48
Геральд	см. Фенпропатрин	58
Гербадокс	см. Пендиметалин	43
Гербитреф	см. Трифлуралин	44
Гербициды	см. Пестициды	36
Гербициды	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам	40
Гербоксон	см. 2,4-Д кислота	41
Гертакс	см. Гептахлор	48
Гидроксиизооксазол	см. Гимексазол	61
Гидрохинон	см. Спирты	16
Гимексазол	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	61
Гоал	см. Оксифлуорфен	43
Гоал 2Е	см. Оксифлуорфен	43
Гранд	см. 2,4-Д кислота	41
Грзли	см. Диазинон	55
Гриллуксан	см. Альдрин	45
Гром	см. Диазинон	55
Гром-2	см. Диазинон	55
Гуминовые кислоты	см. Гумусовые кислоты	21
Гумусовые кислоты	см. Органические кислоты	21
ГХБ	см. Гексахлорбензол	60
ГХЦГ	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
ГЭОД	см. Дильдрин	49
Дайфуран	см. Карбофуран	55
Даконил	см. Хлороталонил	64
Дамбуш	см. Перметрин	56
Данитол	см. Фенпропатрин	58
Дарсбан	см. Хлорпирифос	58
Дауцид-7	см. Пентахлорфенол	43

ДДТ	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	48
Дезормон	см. 2,4-Д кислота	41
Декаметрин	см. Дельтаметрин	54
Делан	см. Дитианон	61
Делан СК	см. Дитианон	61
Дельтаметрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	54
Дельтацид	см. Дельтаметрин	54
Дерозал	см. Карбендазим	61
Десиканты	см. Пестициды	36
Дефлоранты	см. Пестициды	36
Дефолианты	см. Пестициды	36
Дефолианты	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам	59
Децел	см. Дельтаметрин	54
Децис	см. Дельтаметрин	54
Децис фло	см. Дельтаметрин	54
Децис экстра	см. Дельтаметрин	54
Децис-квик	см. Дельтаметрин	54
Диазинон	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	55
Диазинон	см. Диазинон	55
Диазитол	см. Диазинон	55
Диазол	см. Диазинон	55
Диален	см. 2,4-Д кислота	41
Диален супер	см. 2,4-Д кислота	41
Дигермин	см. Трифлуралин	44
Дикамин-Д	см. 2,4-Д кислота	41
Дикват	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Дефолианты	59
Диклофоп-метил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	42
Дикопур Ф	см. 2,4-Д кислота	41
Диксанил	см. Меди хлороксид	62
Дилдрин	см. Дильдрин	49
Дильдрин	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29

Дильдрин	см. Пестициды	38
Дильдрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	49
Дильдрин стереоизомер	см. Эндрин	52
Диметилдисульфид	см. Органическая сера	10
Диметилдихлорвинилфосфат	см. Пестициды	38
Диметилсульфид	см. Органическая сера	10
Диметипин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Дефолианты	59
Диоксины	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	32
Дитан М-45	см. Манкоцеб	62
Дитан-ультра	см. Манкоцеб	62
Дитианон	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	61
Дихлорбифенил	см. Полихлорированные бифенилы	32
Дихлор-дифенил-трихлорэтан	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
Диэльдрин	см. Дильдрин	49
Додохлор	см. Хлордан	51
Долмикс	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Дринокс	см. Альдрин	45
ДРХ 1410	см. Оксамил	56
Дубильные вещества	см. Высокомолекулярные соединения, выделяемые растениями	26
Зета	см. Зета-циперметрин	55
Зета	см. Циперметрин	59
Зетаметрин	см. Зета-циперметрин	55
Зета-циперметрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	55
Золон	см. Фозалон	58
Зооциды	см. Пестициды	36
Ивин	см. N-окись-2,6-лутидина	64
Ивин П	см. N-окись-2,6-лутидина	64
Игран	см. Тербутрин	44

Изоамилксантогенат калия	см. Ксантаногенаты	27
Изомеры ГХЦГ – альфа- и бета-ГХЦГ	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	30
Изопропилксантогенат калия	см. Ксантаногенаты	27
Икон	см. Каратэ	56
Иллоксан	см. Диклофоп-метил	42
Инсекталак	см. Дильдрин	49
Инсектициды	см. Пестициды	36
Инсектоакарициды	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам	45
Инта-Вир	см. Циперметрин	59
Иоксинил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	42
Искра	см. Перметрин	56
Кайязинон	см. Диазинон	55
Камфехлор	см. Полихлоркамфен	50
Капанин	см. N-окись-2,6-лутидина	64
Капролактамы	см. Некоторые распространенные сложные соединения	28
Каптадин	см. Каптан	61
Каптан	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	61
Карате	см. Каратэ	56
Карате зеон	см. Каратэ	56
Каратэ	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	56
Карбамид	см. Мочевина	8
Карбендазим	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	61
Карбофос	см. Пестициды	38
Карбофуран	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	55
Картофин	см. Альдрин	45
Кварк	см. Фозалон	58
квизалофоп-П-этил	см. Хизалофоп-П-этил	45
Кейпча	см. Бифентрин	53

Кемикар-Т	см. Тиурам	63
Кинмикс	см. Бета-циперметрин	53
Кларосан	см. Тербутрин	44
Клипер	см. Бифентрин	53
К-Обиоль	см. Дельтаметрин	54
Колтар	см. Оксифлуорфен	43
Колфуго дуплет	см. Карбендазим	61
Колфуго супер	см. Карбендазим	61
Колфуго супер колор	см. Карбендазим	61
Комайт	см. Пропаргит	57
Комит	см. Пропаргит	57
Коммодор	см. Каратэ	56
Комфорт	см. Карбендазим	61
Конкорд	см. Альфа-циперметрин	52
Корсар	см. Перметрин	56
К-Отек	см. Дельтаметрин	54
Котол	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Крезолы	см. Фенолы	15
Ксантогенаты	см. Некоторые распростра- ненные сложные соединения	27
Ксиленолы	см. Фенолы	15
Куправит	см. Меди хлороксид	62
Куприкол	см. Меди хлороксид	62
Купритокс	см. Меди хлороксид	62
Купрокс	см. Меди хлороксид	62
Куратер	см. Карбофуран	55
Курзат Р	см. Меди хлороксид	62
Курзат Р*	см. Меди хлороксид	62
Лаврициды	см. Пестициды	36
Лактам ε-аминокапроновой кислоты	см. Капролактан	28
Ланцет	см. 2,4-Д кислота	41
Ларган	см. Эндрин	52
Легнозан	см. Пентахлорфенол	43
Лендмастер	см. 2,4-Д кислота	41
Летучие кислоты	см. Органические кислоты	19
Лигнин	см. Высокомолекулярные со- единения, выделяемые расте- ниями	26
Линдан	см. Гексахлорциклогексан (гамма-изомер)	47
Лонтрим	см. 2,4-Д кислота	41
Лорасбан	см. Хлорпирифос	58

Лотус Д	см. 2,4-Д кислота	41
Луварам	см. 2,4-Д кислота	41
Луварам экстра	см. 2,4-Д кислота	41
Люцис	см. N-окись-2,6-лутидина	64
Лямбдацигалотрин	см. Каратэ	56
Лямбда-цигалотрин	см. Каратэ	56
Маврик	см. Тау-флювалинат	57
Маврик 2Е	см. Тау-флювалинат	57
Маназат 200	см. Манкоцеб	62
Манкозеб	см. Манкоцеб	62
Манкоцеб	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	62
Масляная кислота	см. Органические кислоты	20
Медветокс	см. Диазинон	55
Меди гидроксида и хлорида комплекс, гидрат	см. Меди хлорокисл	62
Меди оксихлорид	см. Меди хлорокисл	62
Меди хлорокисл	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	62
Мелитокс	см. Полихлоркамфен	50
Меотрин	см. Фенпропатрин	58
Мерпан	см. Каптан	61
Метаболит ДДТ – ДДЭ (ДДЕ)	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	30
Метабром	см. Бромистый метил	54
Метабром 100	см. Бромистый метил	54
Метаксил	см. Манкоцеб	62
Метан	см. Углеводороды	13
Метанол	см. Спирты	14
Метафос	см. Пестициды	38
Метилбромид	см. Бромистый метил	54
Метилмеркаптан	см. Органическая сера	10
Метилнитрофос	см. Пестициды	38
Метофен	см. 2,4-Д кислота	41
Микал	см. Фоллет	63
Милдотан	см. Тиофанат-метил	63
Мирекс	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
Мирекс	см. Пестициды	38

Мирекс	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	50
ММ-альфа	см. Альфа-циперметрин	52
Молинат	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	42
Моллюскоциды	см. Пестициды	36
Молочная кислота	см. Органические кислоты	20
Мочевина	см. Органический азот	8
Муравьиная кислота	см. Органические кислоты	20
Неионогенные ПАВ (НПАВ)	см. Синтетические поверхностно-активные вещества	26
Нематоциды	см. Пестициды	36
Неорон	см. Бромпропилат	54
Неоцидол	см. Диазинон	55
Нефтепродукты	см. Углеводороды	11
Нитран	см. Трифлуралин	44
Нитран 1	см. Трифлуралин	44
Нитран 1П	см. Трифлуралин	44
Нитран II	см. Трифлуралин	44
Нитробензол	см. Органический азот	10
Нобунт	см. Гексахлорбензол	60
Новозир	см. Манкоцеб	62
Нурел-Д	см. Хлорпирифос	58
Нурелл	см. Циперметрин	59
<i>O</i> -(2,3-дигидро-2,2-диметилбензофуранил-7) метилкарбамат	см. Карбофуран	55
<i>O</i> -(2-изопропил-6-метилпиримидин-4-ил)- <i>O,O</i> -диэтилтиофосфат	см. Диазинон	55
<i>O,O</i> -диэтил- <i>S</i> -(6-хлорбензоксазолилин-3-метил) дитиофосфат	см. Фозалон	58
<i>O,O</i> -диэтил- <i>O</i> -(3,5,6-трихлорпиридил-2) тиофосфат	см. Хлорпирифос	58
Овициды	см. Пестициды	36
Оксамил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	56
Оксанол КШ-9	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Оксанол Л-7	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Оксифлуорфен	см. Справочные материалы	43

	по некоторым пестицидам / Гербициды	
Оксихом	см. Меди хлороксид	62
Оксонат	см. Молинат	42
Октален	см. Альдрин	45
Окталокс	см. Дильдрин	49
Октанекс	см. Эндрин	52
Октапон экстра	см. 2,4-Д кислота	41
Октафен	см. Полихлоркамфен	50
Октахлор	см. Хлордан	51
Октиген	см. 2,4-Д кислота	41
Олгин	см. Карбендазим	61
Олитреф	см. Трифлуралин	44
Ольгин	см. Карбендазим	61
Омайт	см. Пропаргит	57
Онецид	см. Флуазифоп-П-бутил	45
ОП-10 препарат	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
ОП-7 препарат	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Органил	см. Полирам	64
Ордан	см. Меди хлороксид	62
Ордрам	см. Молинат	42
Ордрам 6Е	см. Молинат	42
Орлок	см. Тиурам	63
Орнамайт	см. Пропаргит	57
Ортоцид	см. Каптан	61
ОС-20 препарат	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Офтанол Т	см. Тиурам	63
Паллинал	см. Полирам	64
Парднер	см. Бромоксинил	40
Пендиметалин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	43
Пенитран	см. Пендиметалин	43
Пеннкоцеб	см. Манкоцеб	62
Пенталидол	см. Пентахлорфенол	43
Пентахлор	см. Пентахлорфенол	43
Пентахлорбифенил	см. Полихлорированные би- фенилы	32
Пентахлорнитробензол	см. Пестициды	38
Пентахлорфенол	см. Стойкие органические за-	30

	грязняющие вещества	
Пентахлорфенол	см. Пестициды	38
Пентахлорфенол	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	43
Перметрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	56
Пермефос	см. Перметрин	56
Пермосект	см. Перметрин	56
Перхлорбензол	см. Гексахлорбензол	60
Пидрин	см. Фенвалерат	57
Пилон	см. Меди хлороксид	62
пилот П	см. Хизалофоп-П-этил	45
Пиренекс	см. Хлорпирифос	58
Пирогаллол	см. Фенолы	15
Пирокатехин	см. Фенолы	15
Полиакриламид	см. Некоторые распространенные сложные соединения	28
Полидафен	см. Полихлоркамфен	50
Поликарбацин	см. Полирам	64
Полирам	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	64
Полирам ДФ	см. Полирам	64
Полистимулин А-6	см. 2,4-Д кислота	41
Полихлорированные бифенилы	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29, 30
Полихлорированные дибензо-п-диоксины	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
Полихлорированные дибензофураны	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
Полихлоркамфен	см. Пестициды	38
<b>Полихлоркамфен</b>	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	50
Полихлорнафталины	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	30
Полихлорпинен	см. Пестициды	38
Полихлорпинен	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	51

Полихлортерфенилы	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	30
Полихом	см. Меди хлороксид	62
Полихом	см. Полирам	64
Полициклические ароматические углеводороды	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	30
Полиэтилентиурамдисульфид – цинковая соль	см. Полирам	64
Потейтин	см. <i>N</i> -окись-2,6-лутидина	64
Почин	см. Диазинон	55
Пребан	см. Тербутрин	44
Препарат 118	см. Альдрин	45
Препарат 269	см. Эндрин	52
Препарат 3961	см. Полихлорпинен	51
Препарат 497	см. Дильдрин	49
Прима	см. 2,4-Д кислота	41
Продате	см. Трифлуралин	44
Продифокс	см. Диклофоп-метил	42
Проксамин 385	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Проксанол 186	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Пропанид	см. Пестициды	38
Пропаргит	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	57
Пропионовая кислота	см. Органические кислоты	20
Простор	см. Бифентрин	53
Протравители семян	см. Пестициды	36
Проул	см. Пендиметалин	43
Профит	см. Манкоцеб	62
ПХК	см. Полихлоркамфен	50
ПХП	см. Полихлорпинен	51
ПХФ	см. Пентахлорфенол	43
Раксил Т	см. Тиурам	63
Реглон	см. Дикват	59
Реглон-супер	см. Дикват	59
Регуляторы роста	см. Пестициды	36
Регуляторы роста растений	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам	64
Резорцин	см. Фенолы	15
Рекоп	см. Меди хлороксид	62
Рекс	см. Тиофанат-метил	63

Ренегейд	см. Альфа-циперметрин	52
Репелленты	см. Пестициды	36
Репизан	см. Дильдрин	49
Ридомил голд	см. Манкоцеб	62
Ридомил МЦ	см. Манкоцеб	62
Ридополихом	см. Полирам	64
Рипклад	см. Циперметрин	59
Риспонсар	см. Бета-цифлутрин	53
Ровикил	см. Циперметрин	59
Ровикурт	см. Перметрин	56
Рогор	см. Пестициды	38
Родентициды	см. Пестициды	36
Роди	см. Фенпропатрин	58
РСР	см. Пентахлорфенол	43
Рубитокс	см. Фозалон	58
Сайрен	см. Хлорпирифос	58
Самурай	см. Каратэ	56
Санвалерат	см. Фенвалерат	57
Сангор	см. 2,4-Д кислота	41
Сандофан М-8	см. Манкоцеб	62
Санмартон	см. Фенвалерат	57
Саноцид	см. Гексахлорбензол	60
Сантофен-20	см. Пентахлорфенол	43
Сарлекс	см. Диазинон	55
Саролекс	см. Диазинон	55
Сейфос	см. Пестициды	38
Сектин	см. Манкоцеб	62
Семафор	см. Бифентрин	53
Сепитер	см. Гептахлор	48
Синекс	см. Гексахлорциклогексан (смесь изомеров)	46
Синтаמיד	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Синтанолы	см. Неионогенные ПАВ (НПАВ)	26
Сложный эфир 2-дихлорэтенил-3,3-диметилциклопропанкарбоновой (перметриновой) кислоты с 3-фторфенокси- $\alpha$ -цианбензиловым спиртом	см. Бета-цифлутрин	53
Смолистые вещества	см. Высокомолекулярные соединения, выделяемые растениями	26

Совол (торговая марка)	см. Полихлорированные бифенилы	30
Совтол (торговая марка)	см. Полихлорированные бифенилы	30
Соединение 104	см. Гептахлор	48
Соединение 3956	см. Полихлоркамфен	50
Солдрин	см. Альдрин	45
Солептакс	см. Гептахлор	48
Сплэндер	см. Дельтаметрин	54
Спур	см. Тау-флювалинат	57
Стокадж	см. Циперметрин	59
Стомп	см. Пендиметалин	43
Стробан	см. Полихлорпинен	51
Сумифлай	см. Фенвалерат	57
Сумицидин	см. Фенвалерат	57
Талкорд	см. Перметрин	56
Талстар	см. Бифентрин	53
Танниды	см. Дубильные вещества	26
Таран	см. Зета-циперметрин	55
тарга	см. Хизалофоп-П-этил	45
тарга-супер	см. Хизалофоп-П-этил	45
Тарзан	см. Зета-циперметрин	55
Татту	см. Манкоцеб	62
Тау-флювалинат	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	57
Тачигарен	см. Гимексазол	61
Тербутрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	44
Терминатор	см. Карбендазим	61
Терр-о-газ	см. Бромистый метил	54
Тетраметилентиурамдисульфид	см. Тиурам	63
Тетраметилтиурамдисульфид	см. Тиурам	63
Тигам	см. Тиурам	63
Тигам Т	см. Тиурам	63
Тигам Ц	см. Тиурам	63
Тимол	см. Фенолы	15
Тиолент	см. Молинат	42
Тиофал	см. Фоллет	63
Тиофанат-метил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители	63

	семян	
Тирам	см. Тиурам	63
Тиурам	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	63
ТМТД	см. Тиурам	63
ТМТД ПТП	см. Тиурам	63
ТМТД СП	см. Тиурам	63
Токсафен	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
Токсафен	см. Полихлоркамфен	38
Токсафен	см. Полихлоркамфен	50
Токсихлор	см. Хлордан	51
Топогард	см. Тербутрин	44
Топсин М	см. Тиофанат-метил	63
Топсин-М	см. Тиофанат-метил	63
Тордон 101	см. 2,4-Д кислота	41
Торнадо	см. Перметрин	56
Тоталекс	см. Пентахлорфенол	43
Тотрил	см. Иоксинил	42
Трезор	см. 2,4-Д кислота	41
Трефлан	см. Трифлуралин	44
Трефлон	см. Трифлуралин	44
Трифлуралин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	44
Трифлурекс	см. Трифлуралин	44
Трифлюрекс	см. Трифлуралин	44
Трифторамина	см. Трифлуралин	44
Трихлорбифенил	см. Полихлорированные бифенилы	32
Узген	см. Беномил	60
Уксусная кислота	см. Органические кислоты	20
Умутер	см. Гептахлор	48
Уротропин	см. Органический азот	10
Утан	см. Манкоцеб	62
Фалендрин	см. Эндрин	52
Фалтан	см. Фоллет	63
Фалтекс	см. Фоллет	63
Фас	см. Дельтаметрин	54
Фастак	см. Альфа-циперметрин	52
Фенакс	см. Фенвалерат	57

Фенаксин	см. Фенвалерат	57
Фенвал	см. Фенвалерат	57
Фенвалерат	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	57
Фендона	см. Альфа-циперметрин	52
Фенизобромолат	см. Бромпропилат	54
Феноксазин	см. 2,4-Д кислота	41
Фенолы	см. Спирты	15
Фенопропатрин	см. Фенпропатрин	58
Фенорам	см. Тиурам	63
Фенорам-супер	см. Тиурам	63
Фенпропатрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	58
Фенрио	см. Фенвалерат	57
Фенфиз	см. 2,4-Д кислота	41
Феразим	см. Карбендазим	61
Флектрон	см. Циперметрин	59
Флуазифоп-бутил	см. Флуазифоп-П-бутил	45
Флуазифоп-П-бутил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	45
Флувалинат клартан	см. Тау-флювалинат	57
Флювалинат	см. Тау-флювалинат	57
Флюран	см. Трифлуралин	44
Флютар	см. Трифлуралин	44
Фозалон	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	58
Фолбекс ВА	см. Бромпропилат	54
Фоллет	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	63
Фольпан	см. Фоллет	63
Фольпет	см. Фоллет	63
Формальдегид	см. Карбонильные соединения	18
Фортресс	см. Трифлуралин	44
Фосбан	см. Хлорпирифос	58
Фталан	см. Фоллет	63
Фузилад	см. Флуазифоп-П-бутил	45

Фульвокислоты	см. Гумусовые кислоты	21
Фунабен	см. Карбендазим	61
Фунгистатики	см. Пестициды	36
Фунгициды	см. Пестициды	36
Фунгициды и протравители семян	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам	60
Фунгол	см. Пентахлорфенол	43
Фундазол	см. Беномил	60
Фурадан	см. Карбофуран	55
Фуран	см. Карбофуран	55
Фурфурол	см. Некоторые распространенные сложные соединения	27
Фьюри	см. Зета-циперметрин	55
Фюзилад	см. Флуазифоп-П-бутил	45
Фюзилад-супер	см. Флуазифоп-П-бутил	45
Фюзилад-форте	см. Флуазифоп-П-бутил	45
Харвей 25 F	см. Диметипин	59
Харвейд	см. Диметипин	59
Хизалофоп-П-этил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Гербициды	45
хизалофоп-этил	см. Хизалофоп-П-этил	45
хинофоп-этил	см. Хизалофоп-П-этил	45
Хинфур	см. Карбофуран	55
Хлораль	см. Карбонильные соединения	17
Хлордан	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
<b>Хлордан</b>	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	51
Хлордекон	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	30
Хлориндан	см. Хлордан	51
Хлорнафталин	см. Полихлорированные бифенилы	32
Хлорокись меди	см. Меди хлороксид	62
Хлороталонил	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Фунгициды и протравители семян	64
Хлорофос	см. Пестициды	38
Хлорпинан	см. Полихлорпинен	51

Хлорпирифос	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	58
Хлортен	см. Полихлорпинен	51
Хлортостип	см. Хлороталонил	64
Хлорфен	см. Полихлоркамфен	50
Хлорфенолы	см. Фенолы	15
Хоеграсс	см. Диклофоп-метил	42
Хоелон	см. Диклофоп-метил	42
Цертол	см. Иоксинил	42
Цигалотрин	см. Каратэ	56
Циклогексанон	см. Карбонильные соединения	17
Циклогексанон	см. Некоторые распространенные сложные соединения	28
Циклогексаноноксим	см. Некоторые распространенные сложные соединения	28
Циклол	см. Гептахлор	48
Цимбуш	см. Циперметрин	59
Цинометрин	см. Циперметрин	59
Циперил S-УМО	см. Бета-циперметрин	53
Циперкил	см. Циперметрин	59
Циперметрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	59
Циперметрина смесь изомеров (1:1)	см. Альфа-циперметрин	52
Циперплюс	см. Циперметрин	59
Ципершанс	см. Циперметрин	59
Ципи	см. Циперметрин	59
Ципи плюс	см. Хлорпирифос	58
Циракс	см. Циперметрин	59
цис, транс-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты-3-фенокси-а-цианобензиловый эфир	см. Зета-циперметрин	55
Цитокор	см. Циперметрин	59
Цифлутрин	см. Бета-цифлутрин	53
Цихом	см. Меди хлороксид	62
Чинук	см. Бета-цифлутрин	53
Чист(а)лан	см. 2,4-Д кислота	41
Чисталан экстра	см. 2,4-Д кислота	41
Шакимол	см. Молинат	42
Шерпа	см. Циперметрин	59
Эксмин	см. Перметрин	56

Эктибан	см. Перметрин	56
Эктрин	см. Фенвалерат	57
Эндрекс	см. Эндрин	52
Эндрикол	см. Эндрин	52
Эндрин	см. Стойкие органические загрязняющие вещества	29
Эндрин	см. Пестициды	38
Эндрин	см. Справочные материалы по некоторым пестицидам / Инсектоакарициды	52
Эптил	см. Гептахлор	48
Эрузин	см. Альдрин	45
Эстерон	см. 2,4-Д кислота	41
Этилен-N,N'-бис(дитиокарбамата) марганца комплексное соединение, полимер с цинковой солью	см. Манкоцеб	62
Этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом цинковая соль (комплекс)	см. Полирам	64
Этиленгликоль	см. Спирты	14
Этилксантогенат калия	см. Ксантаногенаты	27
Эфоксен	см. Перметрин	56
Юномил МЦ	см. Манкоцеб	62
Ялан	см. Молинат	42

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белан С. Р. Новые пестициды: Справочник/ С. Р. Белан, А. Ф. Грапов, Г. М. Мельникова; ВНИИ хим. средств защиты растений (ВНИИ ХСЗР). – Москва: ИД Грааль, 2001. – 196 с.
2. Беспмятников Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник / Беспмятников Г.П., Кротов Ю.А. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
3. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / Молчанова Я.П., Заика Е.А., Лебединская Л.А., Бабкина Э.И., Виниченко В.Н., Сурнин В.А., Иванов С.Г. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. – 176 с.
4. Мельников Н. Н. Пестициды и регуляторы роста растений: Справочник/ Н. Н. Мельников, К. В. Новожилов, С. Р. Белан – М.: Химия, 1995. – 576 с.
5. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".
6. Тихонова И. О. Мониторинг водных объектов суши: учебное пособие / И. О. Тихонова, Н. Е. Кручинина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 139 с.
7. Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е.В. Веницианов и др. Под. ред. Е.А. Заика – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 252 с.

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

ЯРОВАЯ Оксана Викторовна

МОЛЧАНОВА Яна Павловна

ГУСЕВА Татьяна Валериановна

МЕЖУЕВ Ярослав Олегович

ФИРЕР Александр Анатольевич

# **РАСТВОРЕННЫЕ И ВЗВЕШЕННЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ВОДНЫХ СИСТЕМАХ**

Редактор Р. Г. Чиркова

Подписано в печать 20.12.2014. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 4,18. Тираж 100 экз.

Заказ

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева  
Издательский центр  
Адрес университета и издательского центра:  
125047 Москва, Миусская пл., 9