

Письмаков Евгений Викторович  
Тюменский государственный университет  
Институт наук о Земле  
Кафедра экологии и природопользования  
Магистрант  
[evgenypismakov@yandex.ru](mailto:evgenypismakov@yandex.ru)

**АНАЛИЗ СИТУАЦИИ МИКРОЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ШВЕЙЦАРСКИХ  
ВОДОЕМАХ (НА ОСНОВЕ МЕДИЙНЫХ ИСТОЧНИКОВ)  
CASE ANALYSIS OF MICROPOLLUTANTS IN SWISS WATERS  
(BASED ON MEDIA SOURCES)**

*АННОТАЦИЯ. Анализ ситуации микрозагрязнителей в швейцарских водоемах был выполнен по инициативе Федерального ведомства по охране окружающей среды. Эта статья суммирует результаты различных исследований. За последние десятилетия значительно улучшилось качество воды в швейцарских водных организациях. Многочисленные вещества, существующие в водоемах в очень низких концентрациях (нанограммы или микрограммы за литр) обозначены как микропримеси.*

*ABSTRACT. The case analysis of micropollutants in Swiss waters is carried out at the initiative of the Federal Office for the Environment (FOEN). This article summarises the results of different studies. Water quality in Swiss water bodies has considerably improved over recent decades. The numerous substances present in water in very low concentrations (nanograms or micrograms per litre) are denoted as micro impurities.*

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: степень нагрузки водоемов, микропримеси, загрязнители, очистные сооружения.*

*KEY WORDS: degree of waters loading, micro impurities, pollutants, treatment facilities.*

Целью многих исследовательских проектов по составу водоемов, (Anthropogene Spurenstoffe) проводимых в Германии и Швейцарии Федеральными ведомствами по охране окружающей среды ([Bundesamt für Umwelt BAFU](#)) является определение степени нагрузки водоемов микропримесями. При выявлении степени нагрузки используются различные методики: по индексу загрязнения воды; по методу комплексной оценки; используются приборы (жидкостный хроматограф-массовый, массовый, обыкновенный спектрометр и т.д.). В проектах, проводимых немецкими исследователями используется GREAT-ER II (Geography-referenced Regional Exposure Assessment Tool for European Rivers). Он является мощным программным инструментом для моделирования и поведения химических веществ в поверхностных водах. Он сочетает в себе географической информационной системы (ГИС) и химические модели для расчета и моделирования концентрации вещества в водоемах. Все результаты учитываются при планировании природоохранных мероприятий.

Сведения о наличие микропримесей в водах является основой для оценки возможных рисков и определения мероприятий. Существует банк микропримесей, который был основан в рамках проекта Fischnetz (рыболовная сеть) в 1974-2001г.г. В данное время банк содержит свыше 13000 измерений микропримесей. Они относятся к следующим группам веществ: ингибиторы коррозии (>700 значений), гормонально-активные веществ (>1300 значений), пестициды (>6500 значений), активные фармацевтические ингредиенты (>4000 значений) и другие >500 значений (например, этилендиаминтетрауксусная кислота, нитрилтриацетат). Вещества имеют различную динамику их применения, учёт которой ведётся систематически. В первую очередь пестициды используют в сельском хозяйстве в течение определённого периода, после которого смываются в водоемы. Именно поэтому увеличение в водоёмах концентрации сельскохозяйственных пестицидов отмечается только после дождя. Другие вещества, напротив, непрерывно регистрируются в водоёмах. Примером этого являются остатки лекарств, ежедневно используемые

повсеместно и попадающие в водоёмы через оборудование для очистки сточных вод.

При существующих измеренных показаниях не может быть полностью решен обобщенный вопрос «Сколько поверхностных вод в Швейцарии загрязнены микропримесями из городского дренажа?» Для этого необходимы систематические многолетние наблюдения в многочисленных водоемах. Для всесторонней, надежной и быстрой оценки предложена модель, которая охватывает более тысячи квадратных километров водотоков, а также сотни пунктов очистки сточных вод с имеющимися проверенными значениями. Потому была разработана модель потока веществ (Stoffflussmodell) авторы: С.Орт, М.Шерер, Х. Зигрист, Й. Холлендер (С. Ort, M. Schärer, H. Siegrist, J. Hollender).

Кроме оценки состояния модель потока веществ также позволяет создание будущих сценариев, анализа издержек, эффективности и оптимизированного целевого выбора будущего местоположения для эффективного респектабельного мониторинга. При помощи технологий изучаются концентрации загрязняющих веществ и, если они присутствуют, сравниваются с критериями (расчётная неэффективная концентрация). Преимущество измеренных значений заключается в том, что они воспроизводят фактическую нагрузку на водоёмы. Следовательно, это позволяют оценить фактическую производительность оборудования для очистки сточных вод. Кроме того, аналитика микропримесей необходима в перспективе.

Целью использования данной модели являются

- оценка нагрузки загрязнителей для каждого пункта в швейцарских поверхностных водах;
- выявление сильно загрязнённых речных участков (нагрузка загрязнителей и расчёт концентрации при различном состоянии стока, сравнение расчётной эффективной концентрации с расчётной неэффективной концентрации);

- расчёт будущих сценариев для оценки эффективности мероприятий, направленных на сокращение микропримесей муниципальными очистными сооружениями и оптимизацию их использования (районный анализ выгод и издержек);

- выявление индикаторов веществ, наличие которых в водах может быть хорошо спрогнозировано моделью при немногочисленных параметрах

В качестве основы системы разграничения используется топологическая гидрографическая сеть швейцарских поверхностных вод Федерального ведомства по топографии «Swisstopo». Данные о расходе веществ играют центральную роль. Если они неизвестны, то предполагается, что потребляемая масса соответствует объёмам продаж. Для активных веществ в медикаментах эту информацию можно получить от профессиональных исследовательских институтов рынка. Таким же образом данные для определения ингредиентов косметики или моющих средств запрашиваются в соответствующих ассоциациях. Во всех исследованиях подчеркивается, что современные технологии в муниципальных пунктах очистных сооружений не устраняют множество микропримесей или устраняют только частично. Эта скорость выведения считается как коэффициент передачи в модели потока веществ. Например, для диклофенака среднее сокращение на обычных очистных сооружениях около 25%. Так как практически нет имеющихся данных о поведении метаболитов в очистных сооружениях, на первый взгляд, выходит, что метаболит в равной степени удаляется как исходное вещество. Кроме того, модель учитывает ситуации только в сухую погоду и пока ещё не позволяет давать показания из коллекторов при переполнении ливнёвок. Для поведения микропримесей в водах упрощенно принято считать, что вещества не распадаются. Рассчитанные вещественные нагрузки в модели распределены в реках вдоль пути потока и идут вниз по течению. Это упрощённое предположение проверено экологическими наблюдениями (концентраций в пересчете на нагрузку). Период полураспада в водоёмах для многих веществ достаточно большой. Продолжительность в швейцарских ручьях и реках

меньше, чем сутки. Модель могла успешно быть испытана с различными веществами. В принципе, это применяется на все вещества, которые имеют простой доступ к потреблению, а значит, они в пространстве и времени области исследования используются равномерно; трудно разлагаемые и не проявляющие никаких резких снижений концентраций (например, осадок и спрессованные взвешенные частицы веществ в водоёмах); применяются исключительно в заселённых территориях, значит, питание водоёмов происходит преимущественно через очистные сооружения (не диффузно, как например, пестициды в сельском хозяйстве).

В рамках модельного исследования осуществляются национальные измерительные программы. Результаты показывают, что вещества, зарегистрированные в водоёмах, для которых нет показателей потребления, распространены в сопоставимом количестве веществ из очистных сооружений. Если объём продаж веществ неизвестен, при этом количество стока на одного жителя из очистных сооружений постоянен, они могут быть рассчитаны непосредственно с этими значениями стока речной нагрузки.

Таким образом, концентрации широкого диапазона веществ в водоёмах сравниваются с критериями для оценки качества воды. Эти вещества с трудом распадаются и поэтому аккумулируются только вдоль в прибрежной части вдоль потока. Нагрузки загрязняющих веществ хорошо коррелируют с количеством жителей в бассейне реки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mikroverunreinigungen in den Gewässern /Bundesamt für Umwelt  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01051/index.html?lang=de&lang=de>

2. Organische Mikroverunreinigungen in Gewässern Vierte Reinigungsstufe für weniger Einträge <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/>
3. Mikroverunreinigungen in oberirdischen Gewässern: Ermittlung des Handlungsbedarfs bei kommunalen Kläranlagen <https://www.lfu.bayern.de>