

УДК 543.31+632.95  
ВАК: 05.26.06  
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-5-62-69>

ISSN 1812-5220  
© Проблемы анализа риска, 2019

# Риск современного загрязнения речных вод пестицидами ДДТ и ГХЦГ<sup>1</sup>

Галиулин Р.В.\*

Галиулина Р.А.

Хоробрых Р.Р.,

Институт фундаментальных проблем биологии РАН,  
142290, Россия,  
Московская область, г. Пущино,  
ул. Институтская, д. 2

Башкин В.Н.,

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
142290, Россия, Московская область, г. Пущино,  
ул. Институтская, д. 2

## Аннотация

Исследуется проблема современного загрязнения речных вод стойкими хлорорганическими пестицидами ДДТ и ГХЦГ из точечных источников — шламонакопителей, складов и могильников, находящихся в неудовлетворительном состоянии. Приводятся примеры загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ в различных регионах нашей страны. Рассматриваются факторы, усиливающие риск загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ, а также последствия их поступления в организм человека через пищевые цепи. Перечисляются профилактические и ремедиационные меры по снижению риска загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ.

**Ключевые слова:** речные воды, загрязнение, пестициды ДДТ и ГХЦГ, точечные источники, профилактические и ремедиационные меры.

**Для цитирования:** Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Хоробрых Р.Р., Башкин В. Н. Риск современного загрязнения речных вод пестицидами ДДТ и ГХЦГ // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. № 5. С. 62—69, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-5-62-69>

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках темы Миннауки РФ «Физико-химические и биогеохимические процессы в антропогенно загрязненных почвах», № (0191-2019-0049).

# Risk of modern contamination of river waters by pesticide DDT and HCH<sup>1</sup>

**Galiulin Rauf V.\*,**  
**Galiulina Roza A.,**  
**Khorobrykh Rumiya R.,**  
Institute of Basic Biological Problems of RAS, 142290,  
Russia, Moscow region,  
Pushchino, Institutskaya str., 2  
**Bashkin Vladimir N.,**  
Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science of RAS, 142290, Russia,  
Moscow region, Pushchino,  
Institutskaya str., 2

## Annotation

The problem of modern contamination of river waters by DDT and HCH persistence organochlorine pesticides from point sources — the sludge collectors, warehouses and burial grounds which are in an unsatisfactory state is investigated. Examples of contamination of river waters by DDT and HCH in various regions of the our country are given. The factors enhancing risk of contamination of river waters by DDT and HCH, and also a consequences of their intake in a human body through food chains are considered. Preventive and remediation measures for decrease in risk of contamination of river waters by DDT and HCH are listed.

**Keywords:** river waters, contamination, pesticide DDT and HCH, point sources, preventive and remediation measures.

**For citation:** Galiulin Rauf V., Galiulina Roza A., Khorobrykh Rumiya R., Bashkin Vladimir N., Risk of modern contamination of river waters by pesticide DDT and HCH // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No. 5. P. 62—69, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-5-62-69>

## Содержание

### Введение

1. Примеры загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ в различных регионах нашей страны
2. Факторы, усиливающие риск загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ
3. Последствия поступления ДДТ и ГХЦГ в организм человека через пищевые цепи
4. Профилактические и ремедиационные меры по снижению риска загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ

### Заключение

### Литература

## Введение

Хлорорганические пестициды ДДТ, дихлордифенилтрихлорметилметан ( $(\text{ClC}_6\text{H}_4)_2\text{CHCCl}_3$ ), и ГХЦГ, гексахлорциклогексан ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ ), относятся к числу химических средств защиты растений, интенсивно применявшимся в прошлом на территории бывшего СССР на посевах сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений для борьбы с различными вредными насекомыми [1, 2]. В настоящее время ДДТ и ГХЦГ официально запрещены для использования в сельском хозяйстве из-за их чрезвычайной стойкости в окружающей среде, приводящей к загрязнению пищевых цепей, а следовательно, попаданию в организм человека [3]. Тем не менее ДДТ и ГХЦГ обнаруживаются ныне в речных

<sup>1</sup> The work was carried out within the framework of the topic of the Ministry of Science of the Russian Federation "Physical-chemical and biogeochemical processes in anthropogenic contaminated soils," № (0191-2019-0049).

водах различных регионов нашей страны, что может быть связано с их поступлением из точечных источников, под которыми подразумеваются шламонакопители химических предприятий, производивших их в прошлом, а также склады с устаревшими и списанными препаратами и их могильники, находящиеся в неудовлетворительном состоянии, т. е. с нарушенной герметизацией или изоляцией [4—9].

Доказательством попадания данных пестицидов из точечных источников является загрязнение речных вод в количествах выше их предельно допустимых концентраций (ПДК), которые в воде источников хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляют для ДДТ и ГХЦГ соответственно 0,1 и 0,02 мг/л [10]. При этом лимитирующим фактором вредности для ДДТ является санитарно-токсикологический показатель, характеризующий эффект действия на организм человека при его поступлении с водой и через другие пищевые цепи, а для ГХЦГ — органолептический показатель, характеризующий изменение запаха и вкуса воды в присутствии данного химического вещества.

Основная цель настоящей работы заключалась в исследовании проблемы современного загрязнения речных вод стойкими хлорорганическими пестицидами ДДТ и ГХЦГ из точечных источников, что включало приведение примеров загрязнения речных вод данными веществами в различных регионах нашей страны, рассмотрение факторов, усиливающих риск загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ, а также последствий их поступления в организм человека через пищевые цепи и, наконец, перечисление профилактических и ремедиационных мер по снижению риска загрязнения речных вод данными веществами.

## 1. Примеры загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ в различных регионах нашей страны

Ниже приводятся примеры загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ в различных регионах нашей страны за последние годы. При этом следует различать экстремально высокое загрязнение воды ДДТ и ГХЦГ, т. е. когда их содержание в воде  $\geq 5$  ПДК, и высокое загрязнение воды — 3—4 ПДК. Так, недавно были зафиксированы случаи экстремально высокого загрязнения воды р. Чапаевка (левый приток Вол-

ги, Самарская область) ГХЦГ в количестве 6 ПДК, а также высокого загрязнения водного объекта бассейна р. Волга (Вологодская область) ГХЦГ — 4 ПДК, водного объекта бассейна р. Амур (Забайкальский край) ДДТ — 3 ПДК, водного объекта бассейна р. Волга (Самарская область) а-изомером ГХЦГ — 4 ПДК [11—13]. Обнаружение а-изомера ГХЦГ в воде свидетельствует о его поступлении из точечных источников в составе технического препарата с 55—70%-м содержанием данного изомера. Здесь под изомерами понимаются химические вещества, одинаковые по атомному составу и молекулярной массе, но отличающиеся по строению или расположению атомов в пространстве и, вследствие этого, по свойствам. Этот случай объясняется вымыванием ГХЦГ из загрязненных донных отложений, а также его фильтрацией с грунтовыми водами из загрязненной почвы и поступлением из шламонакопителей с нарушенной герметизацией.

Было также недавно установлено высокое загрязнение одного из водных объектов бассейна р. Обь (Ямало-Ненецкий автономный округ) ГХЦГ в количестве 3 ПДК, экстремально высокое загрязнение р. Иртыш (Тюменская область) ДДТ — 6 ПДК, высокое загрязнение водных объектов бассейна р. Волга (Самарская область) ГХЦГ — 4 ПДК и бассейна р. Северная Двина (Вологодская область) ГХЦГ — 3 ПДК и экстремально высокое загрязнение р. Обь (Ямало-Ненецкий автономный округ) ДДТ — 5 ПДК [13—17].

## 2. Факторы, усиливающие риск загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ

Следует выделить некоторые факторы, способствующие усилению риска загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ, к числу которых можно отнести загрязненные донные отложения, присутствие детергентов и хлорирование воды:

1) известно, что ДДТ и ГХЦГ, попадая из точечных источников, загрязняют не только речную воду, но и донные отложения как неотъемлемый компонент реки и источник вторичного загрязнения воды [18]; последнее связано с тем, что поглощенные в донных отложениях пестициды десорбируются в воду в результате взмучивания донных отложений при ветровом воздействии или резком увеличении скорости потока, а также при повышении реакции

среды (рН) или температуры воды, например, при сбросе в водные объекты промышленных сточных вод из тепловых или атомных электростанций;

2) установлено, что пестицид из объема воды может переходить в пленку, образуемую детергентами (поверхностно-активными веществами), т. е. моющими, эмульгирующими и дезинфицирующими средствами, и концентрироваться в ней [19]; так, например, содержание ГХЦГ в этой пленке может достигать  $19,7 \cdot 10^4$  ПДК; при этом считается, что детергенты, обладая «буксирной функцией», способствуют в значительной степени проникновению пестицидов даже сквозь барьеры водоочистных сооружений и попаданию в питьевую воду;

3) хлорирование воды различными химическими веществами — гипохлоритом натрия ( $\text{NaOCl}$ ), гипохлоритом кальция ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ), газообразным хлором ( $\text{Cl}_2$ ) и др. с целью ее обеззараживания может привести к негативному эффекту, когда неприятные запах и вкус воды, например, в присутствии ГХЦГ усиливаются до двух раз [20].

По данным [21], в стране для организации водоснабжения преимущественно используются поверхностные водоисточники, на долю которых приходится до 70% от общего водозaborа. Однако с учетом продолжающегося загрязнения пестицидами ДДТ и ГХЦГ речных вод, используемых в качестве источников питьевого водоснабжения, а также факторов, способствующих усилению риска загрязнения речных вод, возникает вопрос о последствиях поступления ДДТ и ГХЦГ в организм человека через пищевые цепи.

### **3. Последствия поступления ДДТ и ГХЦГ в организм человека через пищевые цепи**

Поступление ДДТ и ГХЦГ в организм человека из воды может происходить по следующим пищевым цепям: «вода — человек», «вода — рыба — человек», «вода — растения — человек», «вода — животное — человек» и «вода — растения — животное — человек» [4, 5, 22]. При этом опасность поступления данных пестицидов в организм человека заключается, например, в повышении частоты злокачественных новообразований, спонтанных abortов, мертворождений, врожденных уродств и других патологий. Так, по данным [7, 8], у людей, проживающих

вблизи складов с устаревшими и списанными препаратами ДДТ и ГХЦГ и их могильников, заболеваемость мужским бесплодием оказалась выше, чем в экологически чистых зонах, а при обнаружении в плаценте (эмбриональном органе) ДДТ и ГХЦГ гинекологические осложнения у женщин возникали чаще, чем в контрольной группе.

Следует отметить, что ДДТ и ГХЦГ, обладая выраженным сродством к липидам (жирам), при их поступлении по пищевым цепям в организм человека аккумулируются в его органах и тканях. Это приводит к хронической политропной интоксикации с преимущественным поражением отдельных органов и систем. Если даже определяемые концентрации, например, ДДТ в жировых тканях сами по себе не вызывают тревоги, то всегда есть опасность, что в случае голодаания, лечения от тучности и при беременности расщепляться будет лишь депонированный жир, но отнюдь не ДДТ, который может попасть в систему кровообращения и поражать отдельные органы [23]. Так, сравнительные патолого-анатомические исследования показали, что содержание остатков ДДТ в пораженном органе было в 2–3 раза больше, чем в непораженном органе [22].

Согласно данным [24], ГХЦГ с 99%-м содержанием  $\alpha$ -изомера, т. е. линдан, отнесен к числу приоритетных химических веществ, вносящих наибольший вклад в формирование канцерогенного риска питьевой воды среди населения городов.

Было установлено, что развитие рака молочной железы как следствие попадания стойких хлорорганических пестицидов по пищевой цепи «вода — рыба — человек» объясняется тем, что данные вещества выводятся из организма женщины в основном с грудным молоком, и это позволяет предположить возможность прямого их воздействия на протоковые и другие клетки тканей молочной железы [5].

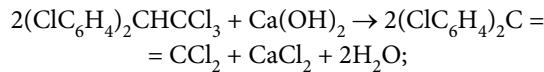
### **4. Профилактические и ремедиационные меры по снижению риска загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ**

К числу профилактических и ремедиационных мер, способствующих снижению риска загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ, можно отнести следующие:

1) запрещение использования территорий вблизи складов с данными пестицидами и их могильников для посева и выращивания сельскохозяйственных культур, идущих на пищевые цели [7];

2) проведение экспертизы технического состояния шламонакопителей химических предприятий по производству в прошлом ДДТ и ГХЦГ, а также их складов и могильников, а при необходимости их реконструкция (герметизация или изоляция);

3) осуществление обезвреживания ДДТ в шламонакопителях с помощью извести или сильных щелочей, приводящего на первой стадии к образованию его метаболита ДДЭ (дихлордифенилдихлорэтилена,  $(\text{ClC}_6\text{H}_4)_2\text{C} = \text{CCl}_2$ ), описываемое следующей реакцией [1]:



4) обеспечение ремедиации почв территорий могильников ДДТ и ГХЦГ с помощью микроорганизмов; так, согласно исследованиям [9], штаммы (чистые культуры) *Pseudomonas putida* и *Jonesia denitrificans*, выделенные с мест захоронения ДДТ и ГХЦГ, обладают высокой деструкционной активностью по отношению к этим пестицидам;

5) проведение систематического гигиенического контроля за содержанием ДДТ и ГХЦГ в речной воде и оперативное оповещение местного населения об экстремальной гидроэкологической ситуации в условиях использования водных объектов для хозяйствственно-питьевых и культурно-бытовых целей;

6) использование для очистки речных вод биосорбционного метода с применением активного угля и последующим мембранным разделением, что обеспечивает практически полное удаление стойких хлорорганических пестицидов из воды с экстремально высоким их загрязнением [21].

## Заключение

Таким образом, современное загрязнение речных вод стойкими хлорорганическими пестицидами ДДТ и ГХЦГ связано с их поступлением из точечных источников — шламонакопителей, складов с данными препаратами и их могильников, находящихся в неудовлетворительном состоянии, т. е. с нарушенной герметизацией или изоляцией. Об ак-

туальности рассматриваемой гидроэкологической проблемы свидетельствует целый ряд примеров продолжающегося загрязнения в нашей стране речных вод ДДТ и ГХЦГ из точечных источников. Установлены основные факторы, усиливающие риск загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ, а также серьезные негативные последствия поступления данных пестицидов в организм человека через различные пищевые цепи [25]. Предлагаются профилактические и ремедиационные меры по снижению риска загрязнения речных вод ДДТ и ГХЦГ.

## Литература [References]

- Попов П. В. Справочник по ядохимикатам. М.: ГНТИХЛ, 1956. 624 с. [Popov P.V. Reference book on toxic chemicals. Moscow: GNTIKhL. 1956. 624 p. (Russia)]
- Мельников Н. Н. Химия и технология пестицидов. М.: Химия, 1974. 768 с. [Melnikov N.N. Chemistry and technology of pesticides. Moscow: Chemistry. 1974. 768 p. (Russia)]
- Галиуллин Р.В., Башкин В.Н., Галиуллина Р.А., Хоробрых Р.Р. Агрогеохимия стойких хлорорганических пестицидов // Агрохимия. 2014. № 11. С. 58—61. [Galiulin R.V., Bashkin V.N., Galiulina R.A., Khorobrykh R.R. Agrogeochemistry of persistent organochlorine pesticides // Agrochemistry. 2014. No. 11. P. 58-61. (Russia)]
- Ревич Б. А., Сотсков Ю. П., Клюев Н. А., Бродский Е. С., Липченко Ю. Н., Музуров И. В., Зейлерт В. Ю. Диоксины в окружающей среде, в крови и грудном молоке жителей города Чапаевска // Гигиена и санитария. Т. 80. 2001. № 6. С. 6—11. [Revich B. A., Sotskov Yu.P., Kliev N. A., Brodsky E.S., Lipchenko Yu.N., Muzurov I. V., Zeylert V.Iu. Dioxines in the environment, in blood and breast milk of residents of Chapayevsk // Hygiene and sanitation. Vol. 80. 2001. No. 6. P. 6—11. (Russia)]
- Ревич Б. А., Ушакова Т. И., Сергеев О. В., Зейлерт В. Ю. Рак молочной железы в Чапаевске // Гигиена и санитария. Т. 84. 2005. № 1. С. 18—21. [Revich B. A., Ushakova T.I., Sergeev O. V., Zeylert V.Iu. Breast cancer in Chapayevsk // Hygiene and sanitation. Vol. 84. 2005. No. 1. P. 18—21. (Russia)]
- Зыбалов В. С., Крупнова Т. Г. Исследование содержания хлорорганических пестицидов в объектах окружающей среды на территории Челябинской области // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Химия. 2014. Т. 6. № 3. С. 39—43. [Zybalov V.S., Krupnova T.G. Research of organochlorine

- pesticide content in environment objects on the territory of Chelyabinsk region // Bulletin of the Southern Ural state university. Chemistry series. 2014. Vol. 6. No. 3. P. 39—43. (Russia)]
7. Тойчуев Р.М., Мирзакулов Д.С., Пайзилдаев Т.Р. Распространенность бесплодия у мужчин, проживающих в условиях загрязнения окружающей среды хлорорганическими пестицидами // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 6. С. 97—99. [Toychuev R.M., Mirzakulov D.S., Payzildaev T.R. Prevalence of infertility at the men living in conditions of environmental pollution by organochlorine pesticides // Hygiene and sanitation. 2015. Vol. 94. No. 6. P. 97—99. (Russia)]
  8. Тойчуев Р.М. Влияние содержания хлорорганических пестицидов в плаценте на течение беременности и роды у женщин // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 6. С. 106—108. [Toychuev R.M. Influence of organochlorine pesticide content in a placenta on the current pregnancy and childbirth at women // Hygiene and sanitation. 2015. Vol. 94. No. 6. P. 106—108. (Russia)]
  9. Васнецова Е.В., Ксенофонтова О.Ю., Тихонова Д.А., Филимонова Е.А., Савина К.В. Поиск штаммов-деструкторов пестицидов прометрина, ГХЦГ и 4,4-ДДТ в почве территории захоронения пестицидов в Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2016. Т. 16. Вып. 3. С. 349—354. [Vasnetsova E.V., Ksenofontova O.Yu., Tikhonova D.A., Filimonova E.A., Savina K.V. Search of strain-destructors of pesticides of a prometryn, HCH and 4,4-DDT in the soil of the territory of pesticide burial in the Saratov region // News of the Saratov university. New series. Chemistry. Biology. Ecology Series. 2016. Vol. 16. Issue 3. P. 349—354. (Russia)]
  10. Беляев М.П., Гнеушев М.И., Глотов Я.К., Шамов О.И. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и среде обитания. М.: Госкомсанэпиднадзор Российской Федерации, 1993. 142 с. [Belyaev M.P., Gneushev M.I., Glotov Ya.K., Shamov O.I. Reference book of maximum permissible concentrations of harmful substances in foodstuff and habitat. Moscow: SCSES of Russian Federation. 1993. 142 p. (Russia)]
  11. Дмитревская Е.С., Красильникова Т.А., Маркова О.А. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в октябре 2017 г. // Метеорология и гидрология. 2018. № 1. С. 121—130. [Dmitrevskaya E.S., Krasilnikova T.A., Markova O.A. Environmental Pollution and Radiation Situation on the Russian Federation Territory in October 2017 // Meteorology and Hydrology. 2018. No. 1. P. 121—130. (Russia)]
  12. Дмитревская Е.С., Красильникова Т.А., Маркова О.А. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в апреле 2018 г. // Метеорология и гидрология. 2018. № 7. С. 120—127. [Dmitrevskaya E.S., Krasilnikova T.A., Markova O.A. Environmental Pollution and Radiation Situation on the Russian Federation Territory in April 2018 // Meteorology and Hydrology. 2018. No. 7. P. 120—127. (Russia)]
  13. Дмитревская Е.С., Красильникова Т.А., Маркова О.А. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в мае 2018 г. // Метеорология и гидрология. 2018. № 8. С. 116—122. [Dmitrevskaya E.S., Krasilnikova T.A., Markova O.A. Environmental Pollution and Radiation Situation on the Russian Federation Territory in May 2018 // Meteorology and Hydrology. 2018. No. 8. P. 116—122. (Russia)]
  14. Дмитревская Е.С., Красильникова Т.А., Маркова О.А. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в июле 2018 г. // Метеорология и гидрология. 2018. № 10. С. 117—123. [Dmitrevskaya E.S., Krasilnikova T.A., Markova O.A. Environmental Pollution and Radiation Situation on the Russian Federation Territory in July 2018 // Meteorology and Hydrology. 2018. No. 10. P. 117—123. (Russia)]
  15. Дмитревская Е.С., Красильникова Т.А., Маркова О.А. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в августе 2018 г. // Метеорология и гидрология. 2018. № 11. С. 121—126. [Dmitrevskaya E.S., Krasilnikova T.A., Markova O.A. Environmental Pollution and Radiation Situation on the Russian Federation Territory in August 2018 // Meteorology and Hydrology. 2018. No. 11. P. 121—126. (Russia)]
  16. Дмитревская Е.С., Красильникова Т.А., Маркова О.А. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в октябре 2018 г. // Метеорология и гидрология. 2019. № 1. С. 124—131. [Dmitrevskaya E.S., Krasilnikova T.A., Markova O.A. Environmental Pollution and Radiation Situation on the Russian Federation Territory in October

- 2018 // Meteorology and Hydrology. 2019. No. 1. P. 124—131. (Russia)]
17. Дмитревская Е. С., Красильникова Т. А., Маркова О. А. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в ноябре 2018 г. // Метеорология и гидрология. 2019. № 2. С. 119—123. [Dmitrevskaya E. S., Krasilnikova T. A., Marкова O. A. Environmental Pollution and Radiation Situation on the Russian Federation Territory in November 2018 // Meteorology and Hydrology. 2019. No. 2. P. 119—123. (Russia)]
18. Робертус Ю. В., Кивацкая А. В., Любимова Р. В., Куликова-Хлебникова Е. Н. Особенности миграции и транслокации пестицидов в условиях Алтайской горной области // Ползуновский вестник. 2011. № 4-2. С. 125—128. [Robertus Yu.V., Kivatskaya A. V., Liubimova R. V., Kulikova-Khlebnikova E. N. Peculiarities of migration and translocation of pesticides in the conditions of the Altai mountain area // Polzunovsky vestnik. 2011. No. 4-2. P. 125—128. (Russia)]
19. Ильин И. Е. Гигиенические основы перераспределения химических и биологических загрязнителей в водной среде // Гигиена и санитария. 1985. № 3. С. 7—11. [Ilin I. E. Hygienic bases of redistribution of chemical and biological pollutants in the water environment // Hygiene and sanitation. 1985. No. 3. P. 7—11. (Russia)]
20. Лутсевич И. Н. Гигиеническая оценка трансформации сложных органических веществ, образующихся в результате обеззараживания питьевой воды хлором // Казанский медицинский журнал. 2003. Т. 84. № 2. С. 142—145. [Lutsevich I. N. Hygienic assessment of transformation of the complex organic substances forming in result of disinfecting of drinking water by chlorine // Kazan medical journal. 2003. Vol. 84. No. 2. P. 142—145. (Russia)]
21. Федотов Р. В., Щукин С. А., Степаносянц А. О., Чепкасова Н. И. Современные технологии очистки природных вод от антропогенных загрязнений // Современные научно-исследовательские технологии. 2016. № 9 (часть 3). С. 452—456. [Fedotov R. V., Shchukin S. A., Stepanosyants A. O., Chepkasova N. I. Modern technologies of purification of natural waters from anthropogenic pollutions // Modern high technologies. 2016. No. 9 (part 3). P. 452—456. (Russia)]
22. Гапонюк Э. И. Остаточное содержание пестицидов в объектах внешней среды и их биологическое значение // Загрязнение атмосферы и почвы. Труды ИЭМ. Выпуск 7 (76). М.: Гидрометеоиздат, 1977. С. 65—88. [Gaponiuk E. I. Residual content of pesticides in objects of the external environment and their biological value // Pollution of atmosphere and soil. Transactions of IEM. Issue 7 (76). Moscow: Gidrometeoizdat, 1977. P. 65—88. (Russia)]
23. Эйхлер В. Яды в нашей пище. М.: Мир, 1993. 189 с. [Eichler W. Poisons in our food. Moscow: Mir, 1993. 189 p. (Russia)]
24. Унгуряну Т. Н., Новиков С. М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. Т. 93. 2014. № 1. С. 19—24. [Unguryanu T. N., Novikov S. M. Results of assessment of risk to health of the population of Russia at influence of chemicals of drinking water (review of literature) // Hygiene and sanitation. Vol. 93. 2014. No. 1. P. 19—24. (Russia)]
25. Башкин В. Н., Галиуллин Р. В., Галиуллина Р. А. Риск загрязнения экологических цепей стойкими хлорорганическими пестицидами // Проблемы анализа риска. Т. 12. 2015. № 5. С. 16—20. [Bashkin V. N., Galiulin R. V., Galiulina R. A. Risk of ecological chains pollution by persistent organochlorinated pesticides // Issues of Risk Analysis. Vol. 12. 2015. No. 5. P. 16—20. (Russia)]

## Сведения об авторах

**Галиуллин Рауф Валиевич:** доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН (ФГБУН ФИЦ ПНЦБИ РАН)  
Количество публикаций: 510

Область научных интересов: геоэкология и биогеохимия  
**Контактная информация:**

Адрес: 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2  
Тел.: +7 (4967) 33-14-53

E-mail: galiulin-rauf@rambler.ru

**Галиуллина Роза Адхамовна:** научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН (ФГБУН ФИЦ ПНЦБИ РАН)

Количество публикаций: 306

Область научных интересов: геоэкология и биогеохимия  
**Контактная информация:**

Адрес: 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 33-14-53

E-mail: rosa\_g@rambler.ru

**Хоробрых Румия Рауфовна:** кандидат географических наук, научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН (ФГБУН ФИЦ ПНЦБИ РАН)

Количество публикаций: 77

Область научных интересов: геоэкология и биогеохимия

**Контактная информация:**

Адрес: 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 33-14-53

E-mail: rumiya-kh@rambler.ru

**Башкин Владимир Николаевич:** доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ФГБУН ФИЦ ПНЦБИ РАН)

Количество публикаций: более 400

Область научных интересов: биогеохимия и геоэкология

**Контактная информация:**

Адрес: 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 31-81-83

E-mail: vladimirbashkin@yandex.ru

---

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 29.07.2019

Дата принятия к публикации: 23.09.2019

Дата публикации: 31.10.2019

*The authors declare no conflict of interests.*

*Came to edition: 29.07.2019*

*Date of acceptance to the publication: 23.09.2019*

*Date of publication: 31.10.2019*