

УДК 502.51(1/9)

## ПРИРОДА ФЕНОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ВАХ

## NATURE OF PHENOLIC POLLUTION OF THE VAKH RIVER

©**Овечкин Ф. Ю.**

*Сибирский научно–исследовательский и проектный институт рационального природопользования  
г. Нижневартовск, Россия  
fuovechkin@mail.ru*

©**Ovechkin F.**

*Siberian Scientific Research and Project Institute of rational nature management  
Nizhnevartovsk, Russia  
fuovechkin@mail.ru*

©**Овечкина Е. С.**

*канд. биол. наук  
г. Нижневартовск, Россия  
pinus64@mail.ru*

©**Ovechkina E.**

PhD

*Nizhnevartovsk, Russia  
pinus64@mail.ru*

*Аннотация.* В статье представлены данные по определению фенолов в водах реки Вах и растительных образцах поймы реки. Исследования проводились в период с 2011 по 2015 г. г. Большие и малые реки Тюменского Севера содержат значительные количества гумусовых кислот. Как известно, большое количество природных фенолов присутствует в таежных и тундровых реках, а наибольшее содержание характерно для болотных вод. Обогащение природных вод фенолами происходит при содержании в воде торфа и гниении топляка. Количество фенольных соединений возрастает при разных повреждениях растений: механических, химических.

Вследствие доминирующего состояния в биоценозах севера Тюменской области мохообразных и лишайников, имеющих химический состав, характеризующийся преобладанием низкомолекулярных фенольных соединений, в природной среде этого региона широко распространены физически и химически мобильные вещества этого класса.

Целью работы является исследование фенольного загрязнения вод реки Вах и определение зависимости от природных и антропогенных факторов, в частности состояния пойменной зоны.

В результате проведенных исследований была установлена закономерность фенольного загрязнения вод реки Вах и подтверждена гипотеза его природы.

*Abstract.* Data on definition of phenols in waters of the Vakh River and vegetable samples of a flood plain of the river are presented in article. Researches were conducted during the period from 2011 to 2015. The big and small rivers of the Tyumen North contain significant amounts of humic acids. It is known that a large amount of natural phenols is present at the taiga and tundra rivers, and the largest content is characteristic of marsh waters. Enrichment of natural waters phenols happens at the content in water of peat and rotting of flooded trees. The number of phenolic connections increases at different damages of plants: mechanical, chemical.

Owing to the dominating state in biocenoses of the North of the Tyumen region mosses and lichens having the chemical composition which is characterized by prevalence of low-molecular

phenolic connections in environment of this region also chemically mobile substances of this class are widespread physically.

The purpose of work is research of phenolic pollution of waters of the Vakh River and determination of dependence on natural and anthropogenous factors, in particular conditions of an inundated zone.

As a result of the conducted researches was consistent pattern of phenolic pollution of waters of the Vakh River is determined and the hypothesis of his nature is confirmed.

*Ключевые слова:* река, фенолы, загрязнение, половодье, пойма, Западная Сибирь.

*Keywords:* river, phenols, pollution, high water, flood plain, Western Siberia.

В ХМАО одной из основных проблем является низкое качество поверхностных вод, несоответствие их экологическим нормативам по ряду параметров. Низкое качество природных вод в регионе определяют как природные, так и техногенные факторы. Реки Западной Сибири характеризуются высоким содержанием растворенного органического вещества, повышенной цветностью, очень высокой концентрацией железа [1–2].

В естественных условиях фенолы образуются в процессе метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ. Содержание фенолов в незагрязненных поверхностных водах, как правило, не превышает 0,3 мкг/дм<sup>3</sup>. Для сточных вод некоторых отраслей промышленности — химической, коксохимической, нефтехимической, текстильной, целлюлозно-бумажной — фенольное загрязнение достаточно характерно. Предельно допустимая концентрация летучих фенолов в пересчете на фенол составляет 1 мкг/дм<sup>3</sup>.

Фенольное загрязнение поверхностных вод Нижневартовского района относится к природным явлениям и зачастую сопоставляется с сильной заболоченностью территории [3].

В составе биогенных фенолов ведущую роль играют фенолы растительного происхождения. Растительные фенолы отличаются чрезвычайным многообразием. Общее число растительных фенольных соединений приближается к трем тысячам. Среди них имеются мономерные фенолы, олигомерные, содержащие остатки от двух до десяти мономерных фенолов, и полимерные, включающие десятки, сотни, тысячи остатков фенолов и других мономерных веществ.

Характер накопления и разложения мертвых органических остатков зависит от целого ряда факторов: состава растительности, климатических условий и т. д.

Река Вах — одна из наиболее полноводных рек Ханты-Мансийского автономного округа и всей Тюменской области (после Оби, Иртыша, Таза, Пура, Северной Сосьвы и Тобола), правый приток Оби. Для рек бассейна Ваха характерно весенне-летнее, поздне-летнее и ранне-осеннее половодья, зависящие от количества выпадающих осадков в этот период, летне-осенняя и зимняя межень. Поймы в период весенне-летнего половодья в большинстве случаев затапливаются [4].

По данным многолетних наблюдений, воды реки Вах относятся к гидрокарбонатному типу с малой минерализацией. Преобладание среди анионов гидрокарбонат-иона ( $\text{HCO}_3^-$ ) обусловлено поступлением в воды и растворением в них продукта минерализации растительных остатков — углекислого газа. Малая минерализация является следствием преобладания атмосферного питания и высокой заболоченности водосборных бассейнов.

В воде Ваха содержится очень большое количество гуминовых веществ и закисных форм металлов, на окисление которых расходуется значительная часть растворенного в воде кислорода. В теплый период года, по мере освобождения реки от ледяного покрова, аэрированность поверхностного слоя воды увеличивается, и содержание кислорода в воде возрастает. Однако процесс поглощения кислорода в воде идет не линейно. Существенная

доля кислорода отвлекается на окисление органических веществ во вторую половину весеннего половодья, когда талые воды выносят их из болот и лесной подстилки [5].

По данным Нижневартковского отдела ЦЛАТИ, среднемесячные концентрации загрязняющих веществ в речных водах в постоянно контролируемых створовых точках реки Вах колебалось в пределах: нефтепродуктов — от 0,46 до 1,42 ПДК, ионов аммония — от 0,70 до 1,52 ПДК и железа — от 8,7 до 23,5 ПДК. Значительные объемы болотного стока определяют присутствие в воде гуминовых кислот, а также фенолов (3–4 ПДК). В 2004 г. среднемесячные концентрации загрязняющих веществ колебались: нефтепродуктов — от 0,42 до 1,40 ПДК, ионов аммония — от 0,9 до 2,81 ПДК и железа — от 3,6 до 10,00 ПДК [6].

В районе Нижневартковского водозабора на основании анализа воды концентрации загрязняющих веществ составили: азота аммонийного — 1–3 ПДК, соединения железа — 15–30 ПДК, меди — 17–37 ПДК, цинка — 2–6 ПДК, фенолов — 2–4 ПДК, нефтепродуктов — 0,2–1,22 ПДК. Максимальные концентрации азота аммонийного — 4 ПДК, ХПК — 5 ПДК, соединений железа — 46 ПДК, меди — 58 ПДК, фенолов — 6 ПДК, нефтепродуктов — 33 ПДК [7].

Согласно мониторинговым наблюдениям осенний и начало зимнего периода отличаются максимальными концентрациями фенолов. Однако в реке Вах максимальный уровень фиксируется в июне, когда в реку поступают талые снеговые воды с площади водосборного бассейна [8–9].

Водоснабжение города для питьевых нужд осуществляется с Вахского водозабора, расположенного в 26 километрах от города Нижневартовска.

С целью изучения гидрохимических показателей и выявления факторов, влияющих на изменение их концентрации, в период 2011–2015 г. г. проводились исследования пойменной зоны реки Вах в районе водозабора. Точки отбора проб были обозначены следующим образом: 300 м выше водозабора; водозабор; 300 м ниже водозабора.

Все анализы проводились в аккредитованной лаборатории по методикам, соответствующим ГОСТам или иным нормативно-методическим документам. Содержание главных анионов определялось с использованием методик по определению следующих элементов: хлоридов, сульфатов, нитратов (методом ионной хроматографии с применением хроматографа «Стайер»). Содержание взвешенных веществ и величина сухого остатка определены гравиметрическим методом с использованием весов. Химическое и биологическое потребление кислорода определялось с применением титриметрического метода.

Концентрация нефтепродуктов определена с применением концентратомера КН–1 методом инфракрасной спектроскопии, содержание АПАВ — экстракционно-фотометрическим методом на фотоколориметре КФК–3.

Для проведения количественного химического анализа воды поверхностного водоисточника реки Вах была использована фотометрическая методика выполнения измерений массовой концентрации летучих фенолов в пробах поверхностных вод и очищенных сточных вод в диапазоне 2–30 мкг/дм<sup>3</sup> в пересчете на фенол.

За период с 01.2011 г. по 01.2015 г. было отобрано 36 проб воды в р. Вах и выполнено 144 количественных анализа по определению содержания фенолов.

Согласно данным по определению содержания фенолов в воде реки Вах за период с 2011 по 2015 г. г. превышение ПДК наблюдалось во все годы, а изменения по сезонам (кварталам) — различались по всем трем точкам исследования.

В 2011 году (Рисунок 1) в районе водозабора в 1 квартале наблюдалось превышение содержания фенолов в воде в 3 раза, а в третьем квартале — в 2 раза. Во втором и четвертом квартале — превышение небольшое.

Различия в содержании фенолов по трем точкам следующее: в районе водозабора и в точке, расположенной ниже 300 метров в первом и во втором квартале наблюдалось

одинаковое содержание, а наибольшие различия были с точкой, расположенной выше 300 метров во втором квартале (содержание фенолов больше) и в третьем — в районе водозабора.

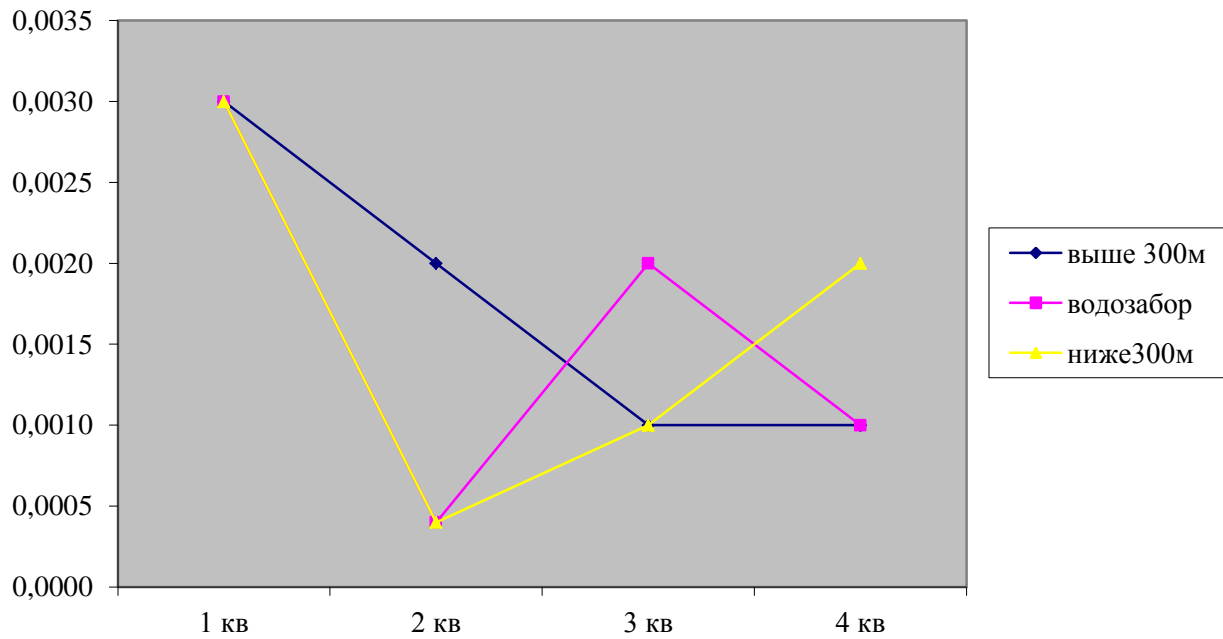


Рисунок 1. Содержание фенолов в воде р. Вах в 2011 г.

Согласно данным, представленным на Рисунке 2, в 2012 году содержание фенолов в воде полностью совпадало по точкам, расположенным в районе водозабора и в точке, расположенной выше водозабора, а в точке, расположенной ниже водозабора совпадение наблюдалось только в третьем квартале.

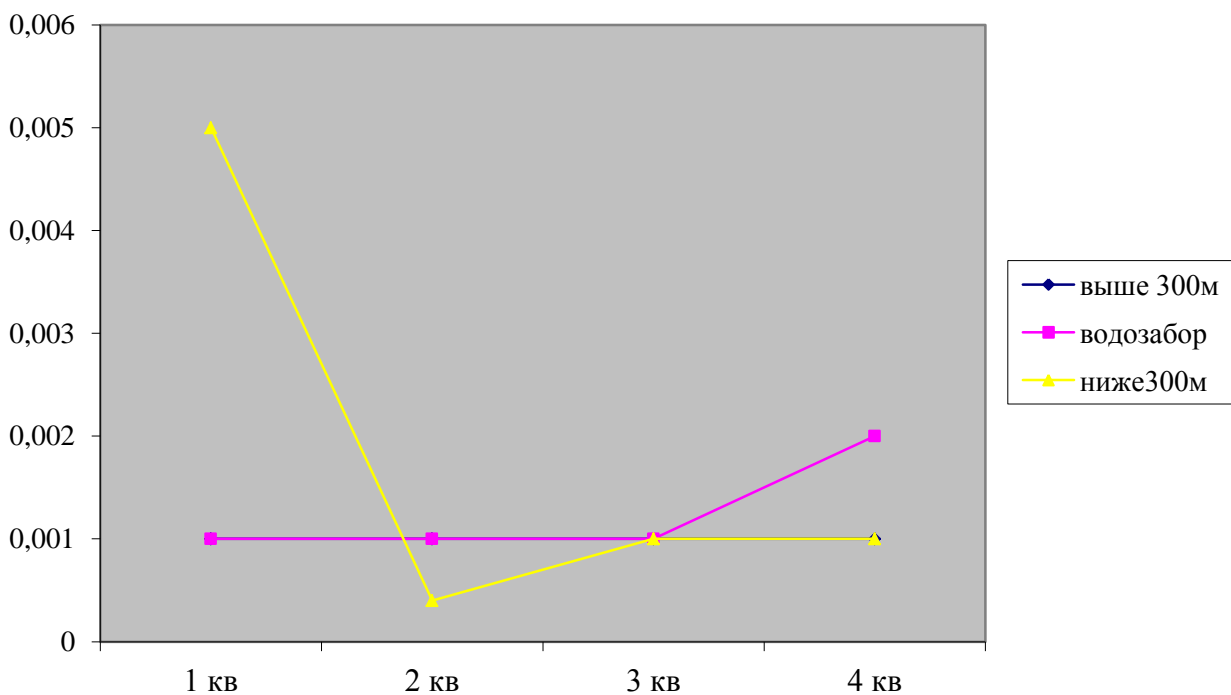


Рисунок 2. Содержание фенолов в воде р. Вах за 2012 г.

В 1 квартале наблюдалось резкое повышение содержания фенолов на  $0,004 \text{ мг/дм}^3$  в точке 300 м ниже водозабора, в течение остальных месяцев содержание фенолов в норме (Рисунок 2).

В 2013 году было незначительное повышение содержания фенолов в 1 квартале, которое отмечено в районе водозабора и в точке, расположенной ниже 300 метров водозабора. Этот год отличается низким и кратковременным уровнем поднятия вод в реке Вах (Рисунок 3). Динамика по кварталам этого года, показанная на графике, показывает, что в 2–4 квартал в районе водозабора было стабильно низкое содержание фенолов. В точке, расположенной ниже водозабора содержание фенолов было несколько выше, но не выходило за пределы ПДК.

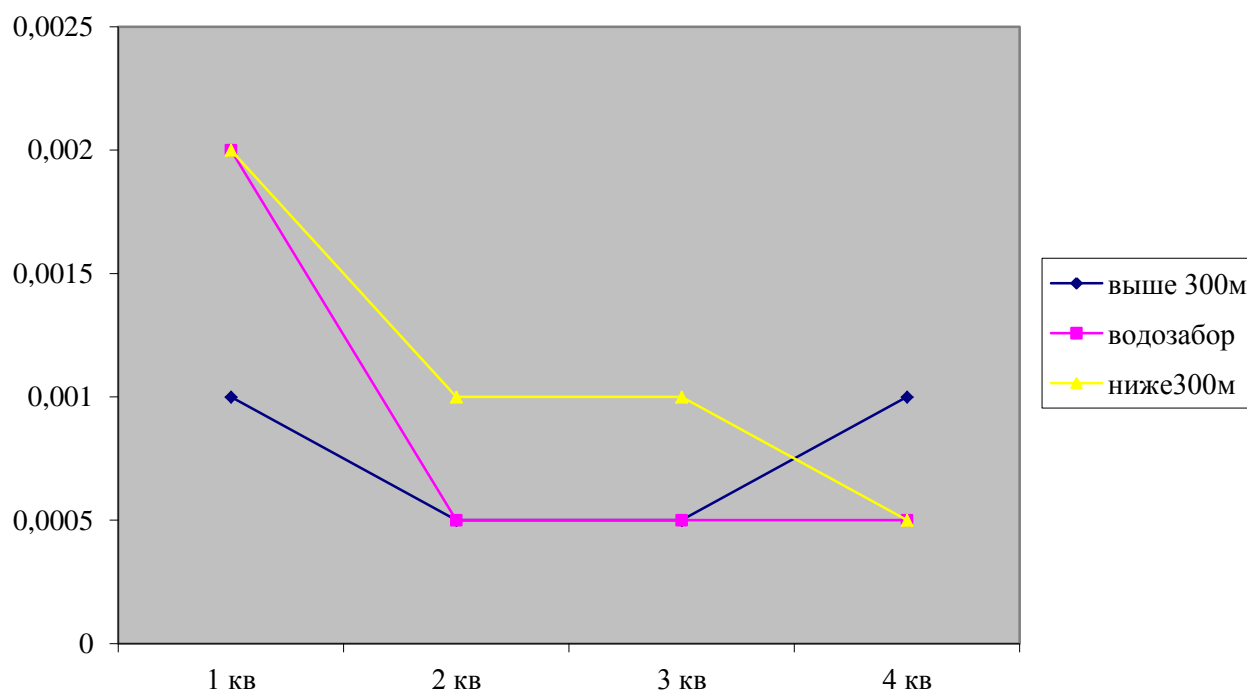


Рисунок 3. Содержание фенолов в воде р. Вах за 2013 г.

В 2014 году незначительное превышение фенолов было во втором и в четвертом квартале, а в третьем квартале — резкое повышение содержания фенолов в 7 раз по всем точкам наблюдения. Интересным в данный период является совпадение показателей содержания фенолов в точках, расположенных выше и ниже водозабора и их отличие от изменчивости содержания фенолов в районе водозабора (Рисунок 4).

Второй квартал характеризовался резким увеличением содержания фенолов в воде по всем трем точкам наблюдения.

Низкое содержание фенолов в первом квартале вероятнее всего объясняется и тем, что в 2013 году (как в целом по году, так и поквартально) было незначительное превышение содержания фенолов в воде и это отразилось на начальном этапе наблюдений в следующем (2014) году.

В 2015 году было повышено содержание фенолов во втором, в третьем и четвертом кварталах, особенно большое содержание во втором и третьем кварталах (превышение в 6–8 раз). Анализ по точкам отбора проб показывает, что в точках в районе водозабора и в точке, расположенной выше 300 метров наблюдается совпадение содержания фенолов в воде реки Вах. Повторность совпадений составила: из 6 — 3, или 50% (Рисунок 5).

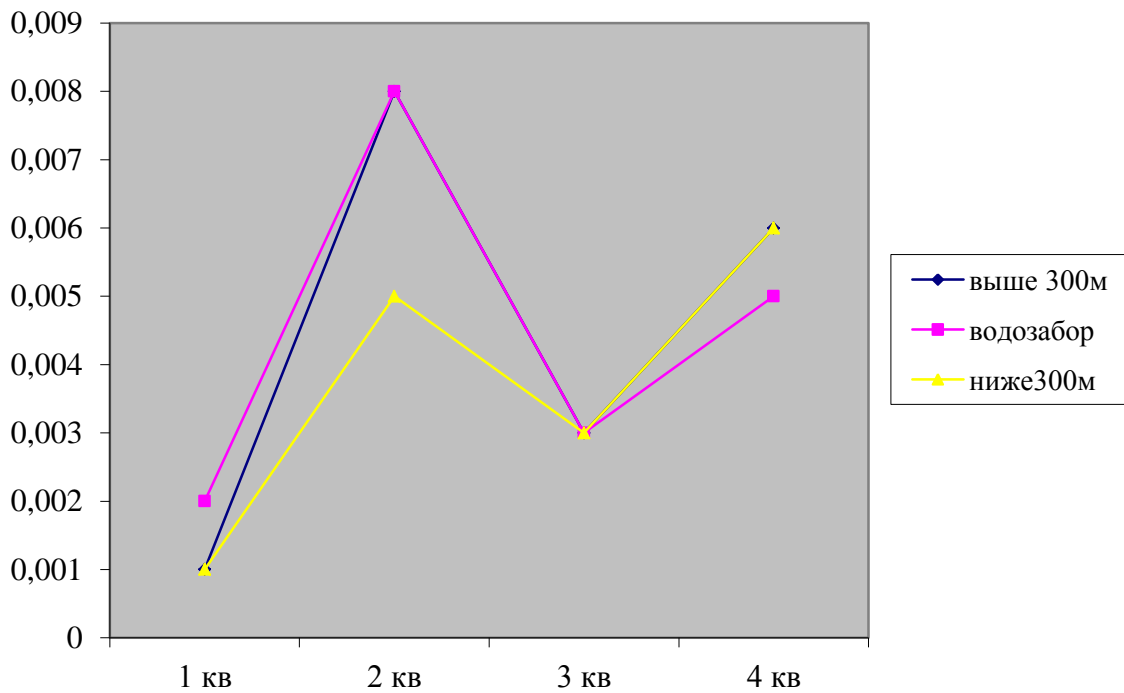


Рисунок 4. Содержание фенолов в воде р. Вах за 2014 г.

В 2015 году было отмечено максимальное содержание фенолов в воде, т. е. во втором квартале оно составило 0,008 мг/дм<sup>3</sup>, что является весьма существенным для природных вод нашего региона (Рисунок 5).

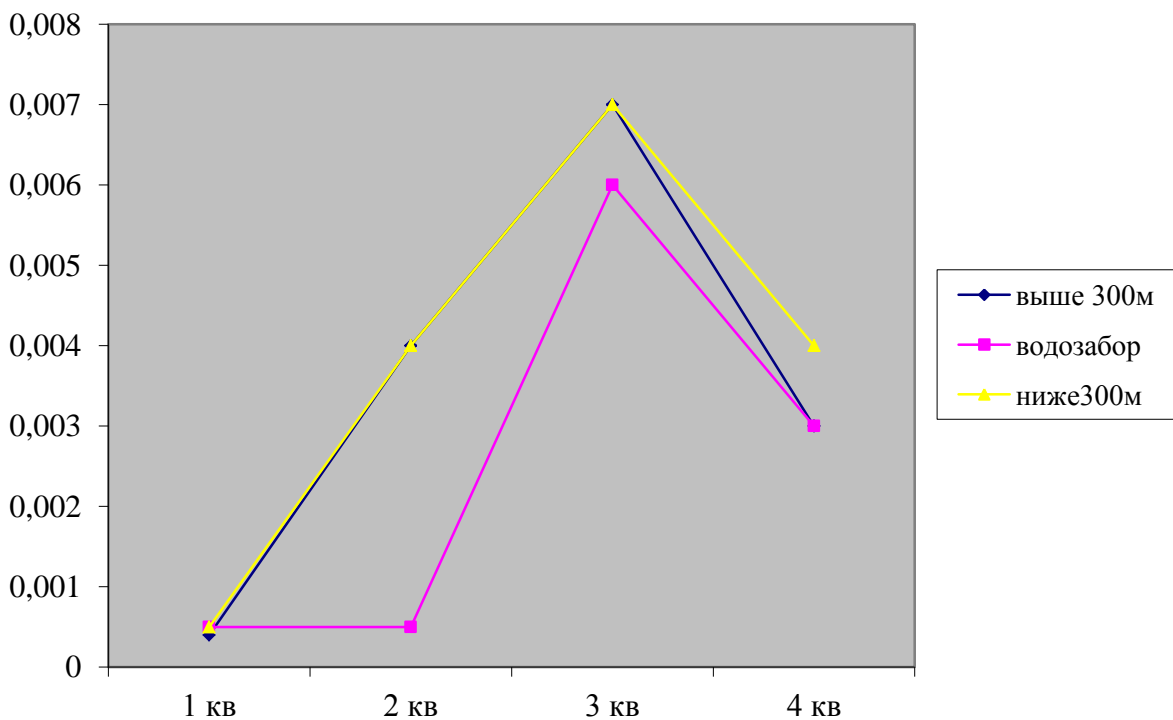


Рисунок 5. Содержание фенолов в воде р. Вах за 2015 г.

Таким образом, выполнив серию количественных химических анализов содержания фенолов в воде поверхностного водоисточника и изучив полученные результаты, можно сделать вывод:

Повышение содержания фенолов в воде реки Вах наблюдалось:

- 2011 г. — в 1 кв. небольшое повышение содержания фенолов до 0,003 мг/дм<sup>3</sup>;
- 2012 г. — в 1 кв. повышение до 0,005 мг/дм<sup>3</sup>;
- 2013 г. — в 1 кв. незначительное повышение до 0,002 мг/дм<sup>3</sup>;
- 2014 г. — в 3 кв. повышение до 0,007 мг/дм<sup>3</sup>;
- 2015 г. — во 2 кв. повышение до 0,008 мг/дм<sup>3</sup> и в 4 кв. — до 0,006 мг/дм<sup>3</sup>.

Анализ растительности и растительных остатков с пойменной зоны реки Вах показал значительное превышение содержания фенолов (Таблица).

Сравнивая динамику фенольного загрязнения вод реки Вах и сроки половодья можно сделать выводы, что сток с береговой части реки оказывает огромное влияние на содержание фенолов [9].

Таблица.

ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛОВ (в среднем за 20011–2015 г. г.)

<i>Содержание фенолов в водной вытяжке из растительных остатков</i>			
	Выше в/з	в/з	Ниже в/з
Июль	5,36	3,78	3,24
август	5,0	4,02	4,96
сентябрь	4,84	3,82	4,08
среднее	5,066667	3,873333	4,093333
<i>Содержание фенолов в водной вытяжке из торфа</i>			
Июль	0,99	0,96	0,82
август	0,93	1,02	0,96
сентябрь	1,06	1,36	0,92
среднее	0,9933333	1,1133333	0,9
<i>Содержание фенолов в водной вытяжке из почвы</i>			
Июль	0,84	0,80	0,76
август	0,81	0,78	0,67
сентябрь	0,76	0,65	0,62
среднее	0,8033333	0,7433333	0,6833333
Среднее для всех образцов	2,2877778	1,9099998	1,8922221

Высокая концентрация фенолов наблюдалась с июля по сентябрь в пробах из растительных остатков во всех точках отбора. Это объясняется тем, что растения способны накапливать фенольные соединения [2, 9]. Чем беднее почвы минеральными веществами, тем выше содержание фенолов в растениях. Дефицит минерального питания способствует накоплению фенолов.

Намного ниже концентрация фенолов в торфе: 0,83-1,36 мг/дм<sup>3</sup>. Во всех трех точках небольшое увеличение содержания фенолов наблюдалось в сентябре.

В почве содержание фенолов 0,62–0,84 мг/дм<sup>3</sup>. Почвы, взятые для анализа — песчаные, поэтому они обладают легкой проницаемостью и накопление органических веществ практически не происходит.

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что поверхностные воды реки Вах характеризуются повышенным содержанием фенолов, нефтепродуктов, ионов аммония, железа и пониженным содержанием растворенного кислорода, низким рН. Анализ растительных остатков и почвы из пойменной зоны реки также показал значительное превышение содержания фенолов.

*Список литературы:*

1. Бабушкин А. Г., Московченко Д. В., Пикунов С. В. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод ХМАО–Югры. Новосибирск: Наука, 2007. 152 с.
2. Гасанова И. Э. Лишайники как показатель состояния окружающей среды // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2015. №1. С. 66–71. Режим доступа: [http://media.wix.com/ugd/e90588\\_c1f80071251147e984588bae6cd29bcc.pdf](http://media.wix.com/ugd/e90588_c1f80071251147e984588bae6cd29bcc.pdf) (дата обращения 11.03.2016).
3. Коркин С. Е. Геоморфоэкотоны бассейна реки Вах // Международная научно–практическая конференция «Бассейновые территории: проблемы и пути их решения»: материалы / ред. Г. С. Кошечева. Ишим, 2013. С. 66–70.
4. Пуртов В. А., Завьялова И. В., Селиванова Д. А., Ремень Н. С. Фоновые гидрохимические показатели поверхностных вод бассейна реки Вах Ханты–Мансийского автономного округа — Югры // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. №4. С. 31–38.
5. Титов Ю. В., Овечкина Е. С. Растительность поймы реки Вах. Нижневартовск, 2000. 123 с.
6. Соколов С. Н., Коркин С. Е., Коркина Е. А., Кушанова А. У. Экономическая эффективность природных кормовых угодий в долине реки Оби в пределах Ханты–Мансийского автономного округа — Югра // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016. №1. С. 5–13. Режим доступа: [http://media.wix.com/ugd/e90588\\_859b8b6d3a5949ed8832eb520ceacc.pdf](http://media.wix.com/ugd/e90588_859b8b6d3a5949ed8832eb520ceacc.pdf) (дата обращения 11.03.2016).
7. Московченко Д. В., Бабушкин А. Г. Нефтяное загрязнение поверхностных вод на территории ХМАО–Югры // Экология и промышленность России. 2014. №4. С. 34–38.
8. Лопатин К. И., Овечкин Ф. Ю. Эколого–рыбохозяйственная характеристика водоемов бассейна реки Глубокий Сабун в пределах заповедно–природного комплекса «Сибирские Увалы» // Западная Сибирь: история и современность: краеведческие записки. Вып. 4 / МУ «БИС»; НГПИ. Тюмень: Издательство Юрия Мандрики, 2001. С. 96–104.
9. Овечкина Е. С., Шаяхметова Р. И. Характеристика растительности Кечимовского месторождения // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2015. №1. С. 54–65. Режим доступа: [http://media.wix.com/ugd/e90588\\_afda8464c0844235a42ca09d8a78e816.pdf](http://media.wix.com/ugd/e90588_afda8464c0844235a42ca09d8a78e816.pdf) (дата обращения 11.03.2016).

*References:*

1. Babushkin A. G., Moskovchenko D. V., Pikunov S. V. Gidrokhimicheskii monitoring poverkhnostnykh vod KhMAO–Yugry [Hydrochemical monitoring of surface waters of the Khanty–Mansi Autonomous District — Yugra]. Novosibirsk, Nauka, 2007, 152 p.
2. Hasanova I. E. Lichens as an indicator of the state of the environment. Bulletin of Science and Practice. Electronic journal, 2015, no. 1, pp. 66–71. Available at: [http://media.wix.com/ugd/e90588\\_c1f80071251147e984588bae6cd29bcc.pdf](http://media.wix.com/ugd/e90588_c1f80071251147e984588bae6cd29bcc.pdf), accessed 11.03.2016.
3. Korkin S. E. Geomorfoekotony basseina reki Vakh [Geo–morphological ecotones Vakh River Basin]. International scientific–practical conference “Basseinovyе territorii: problemy i puti ikh resheniya” [“Basin area: Challenges and Solutions”]: materials. Ed. G. S. Koshcheeva. Ishim, 2013, pp. 66–70.



4. Purtov V. A., Zavyalova I. V., Selivanova D. A., Remen N. S. Fonovye gidrokhimicheskie pokazateli poverkhnostnykh vod basseina reki Vakh Khanty–Mansiiskogo avtonomnogo okruga — Yugry [The background hydrochemical indicators of surface water basin Vakh River Khanty–Mansi Autonomous District — Yugra]. *Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse*, 2013, no. 4, pp. 31–38.

5. Titov Yu. V., Ovechkina E. S. Rastitel'nost' poimy reki Vakh [The vegetation of the floodplain of the river Vakh River]. *Nizhnevartovsk*, 2000, 123 p.

6. Sokolov S. N., Korkin S. E., Korkina E. A., Kushanova A. U. Economic efficiency of grassland in the valley of the Ob River in the Khanty–Mansisk Autonomous Okrug — Yugra. *Bulletin of Science and Practice. Electronic journal*, 2016, no. 1, pp. 5–13. Available at: [http://media.wix.com/ugd/e90588\\_859b8b6d3a5949ed8832ebeb520ceacc.pdf](http://media.wix.com/ugd/e90588_859b8b6d3a5949ed8832ebeb520ceacc.pdf), accessed 11.03.2016.

7. Moskovchenko D. V., Babushkin A. G. Neftyanoe zagryaznenie poverkhnostnykh vod na territorii KhMAO–Yugry [Oil pollution of surface waters in the territory KhMAO–Yugry]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2014, no. 4, pp. 34–38.

8. Lopatin K. I., Ovechkin F. Yu. Ekologo–rybokhozyaistvennaya kharakteristika vodoemov basseina reki Glubokii Sabun v predelakh zapovedno–prirodnogo kompleksa “Sibirskie Uvaly” [Ecological-fishery Characteristics of water bodies Basin “Glubokii Sabun” within the Protected natural complex “Siberian Uvaly”]. *Zapadnaya Sibir': istoriya i sovremennost': kraevedcheskie zapiski* [Western Siberia: history and modernity: local history notes.]. Issue. 4 / MU “BIS”; NGPI. Tyumen: Izdatel'stvo Yuriya Mandriki, 2001, pp. 96–104.

9. Ovechkina E. S., Shajahmetova R. I. Characteristic vegetation Ketchimovskogo field. *Bulletin of Science and Practice. Electronic journal*, 2015, no. 1, pp. 54–65. Available at: [http://media.wix.com/ugd/e90588\\_afda8464c0844235a42ca09d8a78e816.pdf](http://media.wix.com/ugd/e90588_afda8464c0844235a42ca09d8a78e816.pdf), accessed 11.03.2016.