

Сидоров А.В., Морозов Н.В.

Татарский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Казань

**УПРАВЛЯЕМАЯ БИОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ
В ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМАХ КАК ФАКТОР ЗДОРОВОЙ ЭКОЛОГИИ
ЧЕЛОВЕКА (НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)**

Дана оценка состоянию окружающей среды в связи с техногенными загрязнениями в Республике Татарстан. Проведен мониторинг естественного самоочищения оз. Мохового, загрязненного нефтью. Показано, что применение консорциума УОМ для интенсификации биоремедиации нефтезагрязненных природных вод позволяет сократить период очищения и повысить эффективность очистки до 88%.

Ключевые слова: нефтезагрязненные поверхностные воды, углеводородокисляющие микроорганизмы, экология человека, биоремедиация.

Ресурс экологически чистой пресной воды по речному бассейну р. Волга составляет не более 3% от общего объема поверхностных вод [1]. В ряде бассейнов он сведен к нулю. Аналогичное положение складывается по Республике Татарстан (РТ).

Согласно современной статистике, за последнее 50 лет на территории РТ, в силу различных причин прекратили свое существование 2446 водотоков разного порядка (общая длина 8045,2 км), 671 из которых (протяженностью 2425,1 км) затоплены водами водохранилищ. Отмечающаяся тенденция изменения речной сети, выраженная в сокращении длин и полном исчезновении рек, происходит на фоне многофакторного взаимодействия, в котором определяющую роль играет антропогенный фактор.

При рассмотрении водных ресурсов (озер, рек) республики, то большинство из них испытывают интенсивное антропогенное воздействие со стороны объектов сельскохозяйственного назначения, ведущее к процессам эвтрофирования и заиления. Кроме того, отмечено: рекреационное и техногенные воздействия (поступление сточных вод, преобразование в водохранилища и др.), ведущие к нарушениям гидрологического режима, изменениям параметров водоемов, загрязнению, вплоть до процессов токсификации и термификации. Оценка экологического состояния водных объектов показывает, что ни один из водоемов нельзя считать экологически благополучным. Большинство из них характеризуются «умеренно загрязненным» и «загрязненным» классом качеств [2].

Это наглядно видно из представленных данных в Государственных докладах за 2000 – 2007 года [2]. Так в 2007 г. общий объем сброшенных сточных вод в открытые водоисточники по Республике составил 614,86 млн. м³, из них 493,45 млн. м³ загрязненных сточных вод, содержащих органические соединения по показателю БПК – 5,18 тыс. т, нефтепродуктов – 30 т, взвешенных веществ – около 4,37 тыс. т, сульфатов – 53,52 тыс. т, хлоридов – около 36,68 тыс. т, фосфатов – 0,6 тыс. т, меди – 1,1, цинка – около 4,37 т, хрома – 0,58 т марганца – 6,35 т. [2].

Хотелось бы отметить, что из года в год, количество забранной из природных источников воды с помощью собственных водозаборов и водопотребление уменьшается. Сокращение водозабора объясняется снижением водопользования для нужд нефтедобычи, выработки электроэнергии, орошения сельхозугодий, выпуска готовой продукции, ликвидацией промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Данная динамика хорошо прослеживается при сокращении сброса углеводородсодержащих сточных вод в водоемы с 219 до 30 тонн в год (рис.1) [2].

Продолжает оставаться весьма тревожным санитарное состояние водоемов РТ, являющихся источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения и рекреационного водопользования. Несмотря на положительную динамику уровень загрязнения водоемов в 2007 году, используемых для хозяйственно – питьевого (I категории) и рекреационного водопользования (II категории), продолжало оставаться на высоком уровне (табл.1).

Таблица 1. Доля проб водоемов I и II категорий по санитарному состоянию, не отвечающих гигиеническим нормативам

Категория водоемов	Санитарно-химические показатели, %					Микробиологические показатели, %				
	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.
I	29,1	29,7	32,7	34,3	35	19,2	16,3	13,1	5,17	10,97
II	22,3	25,6	21,5	24,1	21,3	16,5	25,3	22,9	15	17,71

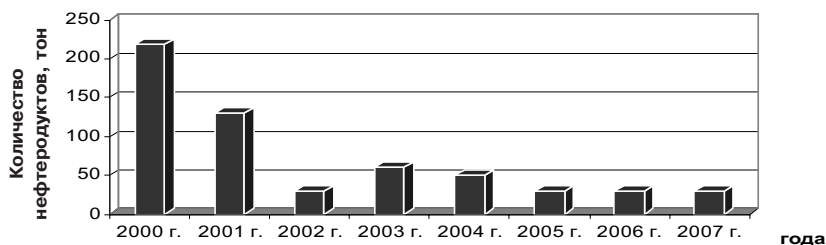


Рисунок 1. Динамика сброса нефтепродуктов со сточными водами в поверхностные воды РТ

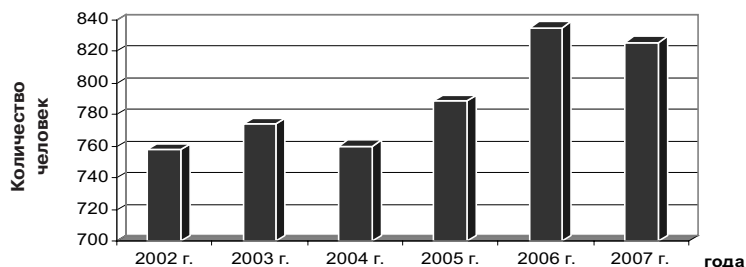


Рисунок 2. Уровень первичной заболеваемости на 1000 населения РТ

Важнейшим показателем санитарно-эпидемиологического благополучия является состояние здоровья населения. На процесс его формирования влияет целый ряд биологических, социально-экономических, антропогенных (техногенных), природно-климатических и других факторов. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) состояние здоровья населения на 50-60% зависит от уровня социально-экономического развития, на 20-30% от решения экологических проблем и лишь на 15-20% от развития системы здравоохранения [3]. Загрязнения атмосферного воздуха, водных и почвенных объектов остаются одними из главных факторов риска здоровья населения.

Техногенные чрезвычайные ситуации наносят экологический ущерб в результате масштабного загрязнения поверхностных и подземных вод, почв, атмосферного воздуха, биоты. Все это сказывается на заболеваемости населения, которая в 2007 году составила 825,7 на 1000 населения по сравнению с 2005 годом – 788,6 (рис.2).

Представленные данные доказывают, что проблема охраны и оздоровления окружающей среды (воды и почвы) является одной из приоритетных.

В апреле 2007 года в трех километрах от села Габишево Лаишевского района РТ произошла авария в нефтепроводе, в результате которой разлилось большое количество нефти. По этой причине был загрязнен памятник природы оз. Моховое и прилегающая к нему территория. Масштабы загрязнения по данным МЧС РТ – 153м², фактически превысило 540м².

В течение двух лет производился отбор проб в весенний, летний и осенний периоды с целью проследить динамику процесса естественного самоочищения воды оз. Мохового (табл.2).

Как видно из таблицы 2, количество нефтепродуктов в первые дни составляет 60 мг/дм³, а спустя 7 месяцев после аварии 18 мг/дм³, превышая ПДК в 360 раз. Если сравнить с «условно чистым» близ лежащим озером, которое в процессе времени может под-

вернуться загрязнению по водоносным горизонтам, то и здесь мы наблюдаем превышение ПДК исследуемых гидрохимических показателей в несколько раз.

Самоочищение экосистем, загрязненных нефтью и нефтепродуктами является стадийным биохимическим процессом трансформации загрязняющих веществ, где микробное окисление углеводородов – ведущий фактор процесса деградации нефти. В результате деятельности УОМ происходит трансформация нефти до простых соединений и включение их в общий круговорот углерода в водной среде.

Из наших наблюдений (табл. 2) видно, что появилась тенденция к возрастанию в весенний период концентрации нефти от 1,22 до 4,23 мг/дм³, что объясняется поступлением талых вод, а с ними смыва нефти с почвы, которая была

загрязнена. Кроме того, та нефть, которая ранее осела на дно, всплывает и тем самым, увеличивает концентрацию нефтепродуктов в поверхностном слое. Рассмотрев динамику изменения основных параметров (табл.2) в летне-осенний период, мы видим, что уровень всех исследуемых показателей несколько уменьшается, что свидетельствует о процессе естественного самоочищения водоема. Самоочищению воды озера, в летний период способствует высокая температура воды и сопровождающаяся повышением скорости биохимических процессов деградации нефтяных загрязнений. Положительно влияет на процесс самоочищения водоема также наличие богатой высшей водной растительности способствующей интенсификации бактериального самоочищения воды от нефти и ее персистентных соединений.

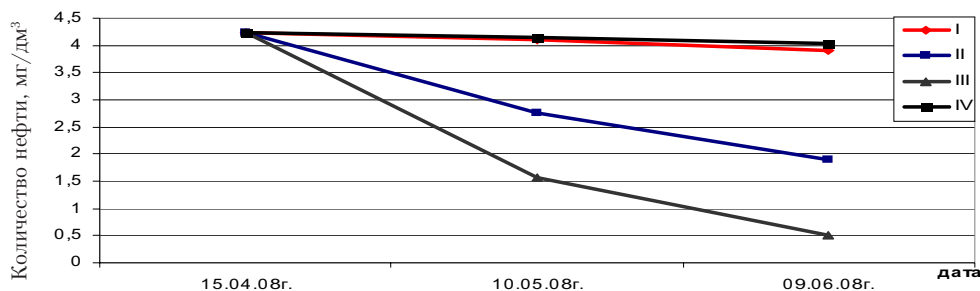
Таблица 2. Изменение основных показателей воды в процессе естественного самоочищения оз. Мохового

Озеро загрязненное:

Показатели	Содержание, мг/дм ³								ПДК мг/дм ³
	09.04. 2007г.		10.06.2007г.		22.10.2007г.		08.11.2007г.		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Нитраты, NO ₃ ⁻	6,2	<0.05	6,6	<0.05	8,1	<0.05	7,85	0,63	40
Нитриты, NO ₂ ⁻	0,2	<0.05	0,21	<0.05	0,92	0,05	0,98	0,06	0,08
Азот аммонийный	14	1,1	11,1	1,6	7	4,02	6,78	4,06	0,05
Фосфаты, PO ₄ ³⁻	0,5	<0.05	0,28	0,46	0,05	<0.05	1,02	<0.05	0,05-0,2
Сульфаты, SO ₄ ²⁻	2	2,3	6,7	5,26	5	3,75	6,47	4,02	100
Нефтепродукты	60	0,03	18	1,2	1,45	0,06	1,22	0,06	0,05
ХПК	895	200	645	225	146	137	112	121	-
БПК ₅	125	0,6	97	14,8	14,2	1,2	10,1	1,6	-
БПК _{полное}	480	1	305	32	26,1	2,3	21,6	3,1	3

Озеро близлежащее «условно чистое»:

Показатели	Содержание, мг/дм ³								ПДК мг/дм ³
	15.04.2008г.		09.06.2008г.		05.09.2008г.		13.11.2008г.		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Нитраты, NO ₃ ⁻	21,5	1,13	24,3	1,02	15,5	1,02	15,8	1,22	40
Нитриты, NO ₂ ⁻	6,17	2,05	5,47	1,49	4,1	1,54	3,8	2,1	0,08
Азот аммонийный	9,71	7,11	9	6,22	6,15	6,01	6,64	5,64	0,05
Фосфаты, PO ₄ ³⁻	2,08	0,43	1,92	0,35	1,8	0,31	1,77	0,5	0,05-0,2
Сульфаты, SO ₄ ²⁻	6	5,34	5,01	4,74	4,5	7,46	4,5	4,19	100
Нефтепродукты	4,23	1,11	4,03	0,88	3,69	1,12	2,55	1,04	0,05
ХПК	421	223	378	165	335	145	234	145	-
БПК ₅	36,5	7,3	32	4,6	29,4	8,2	20,3	5,1	-
БПК _{полное}	73	28,4	67,2	19,5	59,2	31	40,6	23	3



Примечание: I – контроль; II – природная вода с Н и УОМ; III – природная вода с Н и УОМ и КО; IV – природные условия.

Рисунок 3. Эффективность деструкции нефти в модельных и природных условиях

Таблица 3. Эффективность деструкции нефти за два экспериментальных месяца

Варианты опытов	Эффективность, %
I – природная вода с оз. Мохового (контроль)	7,8
II – природная вода с УОМ	55,1
III – природная вода с УОМ и КО	88,2
IV – природные условия	4,7

Это видно на примере динамики ХПК, БПК₅ и БПК_{полное}. Так, например содержания ХПК, уменьшалось в течение года (с 09.04.07г. по 05.04.08г.) в 2 раза с 895 до 421 мг/дм³, к концу второго года этот показатель составил 205 мг/дм³. В то же время значение БПК₅ и БПК_{полное} сократилось с 125 – 480 мг/дм³ до 36,5 – 73 мг/дм³ соответственно (табл.2).

Хотелось бы отметить, что и в близлежащем озере, которое находится в 50 метрах от непосредственно загрязненного (в нашем случае это «условно чистое» (контроль)), также зафиксировано превышение ПДК по всем исследуемым показателям. По всей вероятности нефтяное загрязнение попадает, включая промежуточные продукты распада, по водоносным горизонтам в близлежащее озеро. Постепенное ухудшение исследуемых гидрохимических показателей в контрольном озере подтверждает сказанное.

Естественное самоочищение загрязненных экосистем является длительным процессом и может затянуться на долгие годы при благоприятных условиях. Поэтому постоянно разрабатываются различные способы и методы очистки углеводородсодержащих сточных и природных вод [4].

Нами были проведены модельные опыты с использованием воды загрязненного озера с

целью сравнения результатов скорости окисления нефти и эффективность ее биодegradации в природных и модельных условиях.

Для интенсификации процесса биодegradации нефтепродуктов использовали консорциум нефти – и углеводородоокисляющих микроорганизмов (Н и УОМ), ранее применяемые нами для очистки промышленных сточных вод [4], где было достигнуто максимальная эффективность в 95%, что позволило очистить сток до санитарных норм 0,16 мг/дм³ [4].

В результате эксперимента были выяснено, что максимальная скорость деструкции нефтепродуктов наблюдается в варианте со смесью культур и комплексными обогатителями (КО) (табл.3), где наблюдается уменьшение количества нефтепродуктов в 8,5 раза, по сравнению с контролем, где зафиксировано уменьшение количества нефти и нефтепродуктов всего в 1,1 раза. Наличие УОМ также способствует ускорению разрушения нефти в 2,2 раза.

При сравнении эффективности деструкции в модельных опытах и в природных условиях, было показано, что процесс естественного самоочищения идет медленнее за тот же период и составляет всего 4,7%, когда как в экспериментах с внесением дополнительных источников питания и Н и УОМ – 88,2% (табл.3, рис.3).

Таким образом, усовершенствование очистки нефтезагрязненных объектов является одной из приоритетных проблем экологии РТ, что требует и создает предпосылку для разработки более совершенных методов очистки и предотвращения загрязнений.

Применение активного углеводородоокисляющего консорциума микроорганизмов, позво-

ляет достичь эффективности биодеструкции нефтепродуктов в загрязненных природных водах до 88% (остаточная концентрация нефте-

продуктов – 0,5 мг/дм³) и сократить период очищения нефтезагрязненных поверхностных вод до двух месяцев.

Список использованной литературы:

1. Россия: водно-ресурсный потенциал. Екатеринбург, 1998.
2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2008 году. – Казань, 2007. – 494с.
3. Статистика здоровья населения и здравоохранения (по материалам Республики Татарстан за 2001-2005 годы) Под ред. И.Г. Низамова. – Казань, 2006. – 276с.
4. Сидоров А.В., Морозов Н.В. Управляемая биоремедиация нефтяных загрязнений в природных водоемах и технологических сточных водах Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные подходы к естественнонаучным исследованиям и образованию», Казань, ТГТУ 12-13 марта 2009г. – 636с. С.271 – 282.