

This study the distribution of indices of occurrence of planktonic and benthic alga species waterbodies of different type. A possibility to use suggested by the authors indices of mean and comparative occurrence of alga species for ecological monitoring is considered.

*Девяткин В.Г.*, главный научный сотрудник ИБВВ РАН, Борок, Россия  
*Митропольская И.В.*, научный сотрудник ИБВВ РАН, Борок, Россия  
*Метелева Н.Ю.*, научный сотрудник ИБВВ РАН, Борок, Россия

УДК 628.35(1-21):546.18

Дзюба И.П., Рымовская М.В., Гребенчикова И.А., Маркевич Р.М.

## **СОПОСТАВЛЕНИЕ СПОСОБНОСТИ АКТИВНОГО ИЛА К НИТРИ-ДЕНИТРИФИКАЦИИ И ДЕФОСФОТАЦИИ**

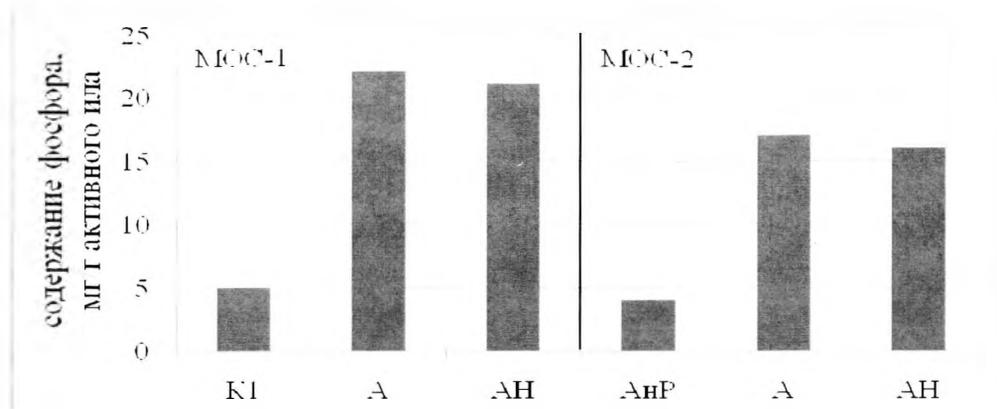
На примере активного ила Минской очистной станции, функционирующего в аэротенке и биореакторе, разделенном на зоны с разным содержанием кислорода, оценено протекание процессов нитри- и денитрификации и биологической дефосфотации. Сделано заключение о благоприятных для этих процессов условиях.

Процессы биологической очистки сточных вод от азота (вследствие нитрификации и денитрификации) и от фосфора взаимосвязаны и отчасти исключают друг друга. Достичь глубокого удаления фосфора возможно за счет увеличения прироста ила и отведения фосфора с биомассой избыточного ила, однако в то же время для нитрификации необходимо увеличивать возраст ила с целью накопления бактерий-нитрификаторов, имеющих низкую скорость роста [1]. Кроме того, наблюдается конкуренция за легкодоступный субстрат между фосфораккумулирующими бактериями и денитрификаторами [2]. В присутствии нитритов и нитратов легкодоступный субстрат (прежде всего ацетат) используют денитрификаторы, а для стимулирования накопления фосфора фосфораккумулирующими бактериями необходимо чередование строгого анаэробнозона и аэробных условий. Обеспечение согласованного удаления из сточных вод азота и фосфора представляет собой очень сложную задачу, поэтому в мировой практике в зависимости от состава сточных вод и требуемого уровня очистки используют различные технологические схемы.

Ранее нами были изучены превращения соединений азота в сточной воде в ходе её биологической очистки в аэротенке и биореакторе Минской очистной станции [2]. Было установлено, что протекание денитрификации в зонах Д2 и Д3 может быть затруднено отсутствием легкодоступных органических веществ, а в случае подачи части отстаиваемой в первичном отстойнике сточной воды в эти зоны не обеспечиваются анаэробные условия в анаэробном резервуаре.

В настоящем исследовании установлено содержание фосфора в составе биомассы активного ила иловых смесей, отобранных из первого коридора аэротенка (К1) и анаэробного резервуара биореактора (АНР). В лабораторных условиях была проведена обработка проб этих иловых смесей в аэробных (А) и анаэробных (АН) условиях в течение 3 ч, после чего снова устанавливали содержание фосфора в биомассе (рисунок).

Установлено, что активный ил как из аэротенка, так и из биореактора обладает способностью накапливать фосфор. При этом доза ила в пробах иловой смеси в ходе аэробной и анаэробной обработки существенно не изменилась и составляла около 3,5 мг/см<sup>3</sup> в иловой смеси аэротенка и около 5 мг/см<sup>3</sup> для иловой смеси биореактора. Отсутствие существенного изменения дозы ила является свидетельством того, что происходила аккумуляция фосфора, а не его потребление за счет прироста биомассы.



**Рисунок – Содержание фосфора в сухой биомассе активного ила в исходных и обработанных пробах**

Следует отметить, что содержание фосфора в биомассе активного ила увеличилось не только в пробах, подвергнутых аэробной обработке в лабораторных условиях, но и в случае создания анаэробных условий. Это связано с тем, что изначально иловая смесь содержала растворенный кислород: концентрация растворенного кислорода в иловой смеси, отобранной в аэротенке, составляла до обработки 5,74 мг/дм<sup>3</sup>, а в иловой смеси из биореактора 0,24 мг/дм<sup>3</sup>. Кроме того, иловая смесь, отобранная из анаэробного резервуара биореактора, содержала нитриты и нитраты, которые поступают с циркуляционным илом. В соответствии с вышесказанным в условиях анаэробной обработки проходила денитрификация, а не дефосфотация.

Таким образом, показано, что в составе активного ила, функционирующего в аэротенке и в биореакторе, присутствуют микроорганизмы, осуществляющие нитри-денитрификацию и дефосфотацию. Обязательными условиями для протекания этих процессов являются: для обеспечения нитрификации высокий уровень аэрации в конце аэротенка и в зонах нитрификации биореактора; наличие легкодоступных органических веществ в зонах денитрификации; обеспечение строгого анаэробноза для стимулирования последующего потребления фосфатов активным илом в аэробных условиях. Из всех применяемых технологических схем в наибольшей степени эти условия позволяет обеспечить UST-технология, в соответствии с которой циркуляционный активный ил перед подачей в анаэробную зону проходит денитрификацию в аноксидных условиях. Благодаря этому он не приносит в анаэробную зону нитриты и нитраты, и фосфораккумулирующим бактериям не приходится конкурировать с денитрификаторами за легкодоступный субстрат, которым является образующийся в этих условиях ацетат. Кроме того, рецикл из аэробной зоны в аноксидную позволяет вернуть часть нитритов и нитратов, следовательно, их меньше содержится в циркуляционном иле.

#### *Список литературы*

1. Технологии биологического удаления азота и фосфора на станциях аэрации / Б.В. Васильев [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – №5. – С. 14–17.
2. Хенце, М. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоэс. – М.: 2004. – 510 с.
3. Рымовская, М.В. Анализ превращения соединений азота в сточной воде в ходе её биологической очистки / М.В. Рымовская, И.А. Гребенчикова, Е.А. Флюрик, Р.М. Маркевич // Актуальные проблемы экологии – 2008: материалы IV международной научно-практической конференции, г. Гродно, 29-31 октября 2008 г. // Гродн. гос. ун-т; редкол. И.Б. Заводник [и др.]. – Гродно, 2008. – С. 170-174.

On the example of Minsk's treatment plant active sludge, functioning in the aerotank and bioreactor, which is divided into zones with different oxygen content, evaluation of the nitro-and denitrification and biological dephosphotation processes' course was estimated. The conclusion on the favorable conditions for these processes was made.

Дзюба И.П., инженер кафедры биотехнологии и биоэкологии Белорусского государственного технологического университета, Минск, Беларусь, *ninishka@pochta.ru*

Рымовская М.В., младший научный сотрудник кафедры биотехнологии и биоэкологии Белорусского государственного технологического университета, Минск, Беларусь

Гребенчикова И.А., научный сотрудник кафедры биотехнологии и биоэкологии Белорусского государственного технологического университета, Минск, Беларусь

Маркевич Р.М., доцент кафедры биотехнологии и биоэкологии Белорусского государственного технологического университета, Минск, Беларусь, *marami@tut.by*

УДК 556.552

Здоровеннов Р.Э., Здоровеннова Г.Э., Тержевик А.Ю.

### МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СНЕЖНО-ЛЕДОВОГО ПОКРОВА ОЗЕРА ВЕНДЮРСКОГО

Проанализирована пространственная и временная изменчивость снежно-ледового покрова небольшого озера Вендюрского (Карелия) на основании анализа данных многолетних измерений толщины и описания структуры снега и льда. Приведен диапазон изменчивости альбедо поверхности озера зимой и в период весеннего таяния.

Зимой, когда сплошной снежно-ледовый покров препятствует непосредственному контакту между водой и атмосферой, определяющим в уравнении теплового баланса мелководного озера является поток тепла на границе вода-дно. В весенние месяцы эта роль переходит к проникающему через нижнюю границу льда потоку солнечной радиации, величина которого зависит от альбедо снежно-ледового покрова, его структуры и толщины, высоты Солнца и гидрометеорологических условий. Этот поток значительно меняется в пространстве и времени [1, 2]. Изучению оптических свойств снега и льда посвящено большое количество работ [3, 4], однако до настоящего времени остаются слабо изученными вопросы параметризации радиационных процессов в толще снежно-ледяного покрова мелководных озер.

Измерения толщины и описание структуры снежно-ледового покрова озера Вендюрского, расположенного в южной части Карелии, выполнялись в зимние месяцы 1994-2010 гг. (таблица 1).

Таблица 1 – Даты установления и взлома ледового покрова озера Вендюрского

Зимний сезон	Дата установления льда	Дата взлома ледового покрова	Продолжительность ледостава, сут
1993-1994	?	09.05.94	?
1994-1995	07.11.94	19.05.95	193
1995-1996	07.11.95	15.05.96	189
1996-1997	12.12.96	14.05.97	154
1997-1998	?	11.05.98	?
1998-1999	10.11.98	01.05.99	173
1999-2000	15.11.99	01.05.00	169
2001-2002	? конец ноября	03.05.02	?
2002-2003	?	?	?
2003-2004	18.11.03	?	?
2004-2005	17.11.04	?	?
2005-2006	?	?	?
2006-2007	?	?	?
2007-2008	15.11.2007	10.05.2008	177
2008-2009	10.12.2008	08.05.2009	149
2009-2010	13.11.2009 06.12.2009	01.12.2009 1-2.05.2010	18 146