

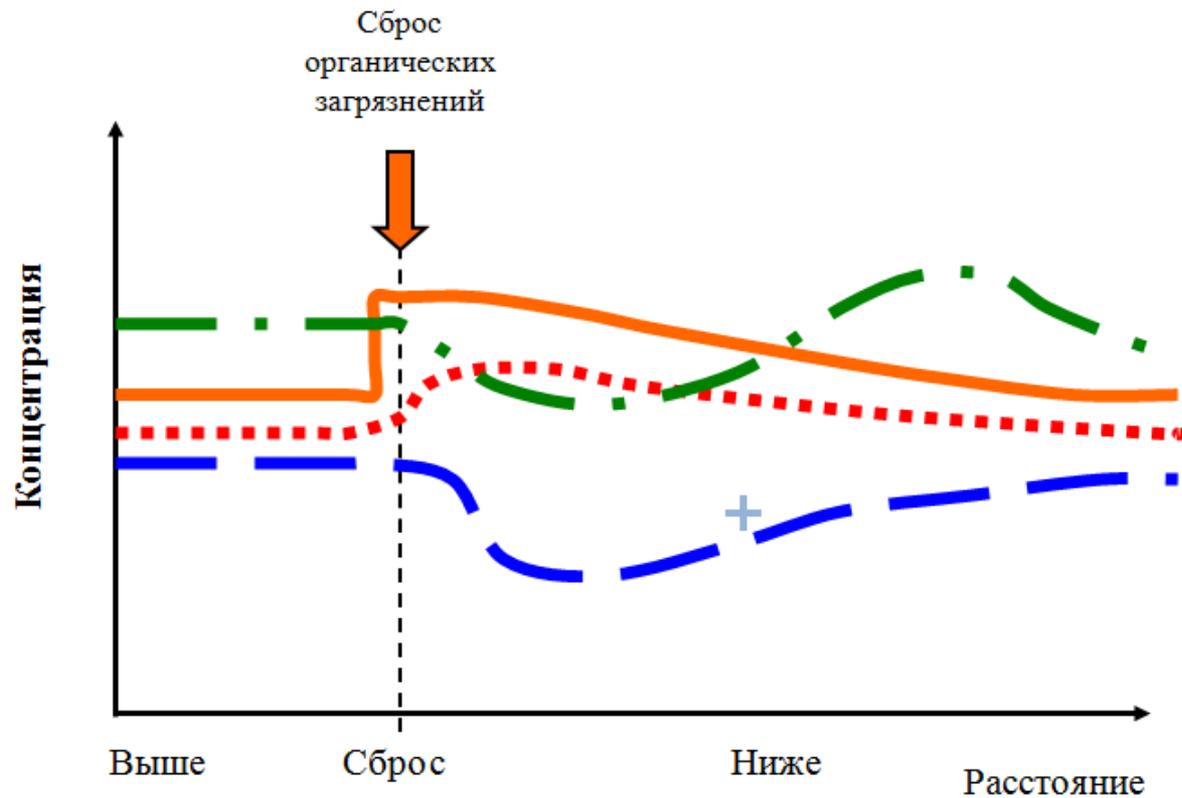
# *Методология прогнозирования ремедиации открытых водных объектов с учетом приема ливневого стока*

*Павлинова И.И. - д.т.н., проф., руководитель технического отдела Ассоциации водоснабжения и водоотведения Московской области.*

*Платонова О.А. – к.х.н., руководитель отдела технологического сопровождения проектов АО «МосводоканалНИИпроект»*



# Изменение показателей контроля самоочищения реки ниже сброса органических загрязнений



- Органические вещества
- Микроорганизмы
- Растворенный кислород
- Минеральные соединения: нитраты, фосфаты

## Системы мероприятий по охране водных бассейнов малых рек

- методы токсико-экологического мониторинга в зоне интенсивного техногенного загрязнения и экологического картографирования городских, промышленных и сельскохозяйственных зон;
- средства и способы реабилитации и санации территорий загрязненных стоками, предотвращающие накопления токсичных веществ и биологических поллютантов в сточных, дождевых и грунтовых водах, поступающих в бассейны рек.

## Цели и объекты разработки

**Цель** - создание системного решения прогнозирования ремедиации водных потоков малых и средних рек с помощью технологической и экологической оценки риска в зонах хозяйственно-бытового и промышленно-техногенного загрязнения.

**Объектом исследований** являлись системы биологической очистки:

- городских и поселковых сточных вод от биогенных элементов,
- открытых водных потоков малых и средних рек Московской области.



# Моделируемые элементы модуля качества

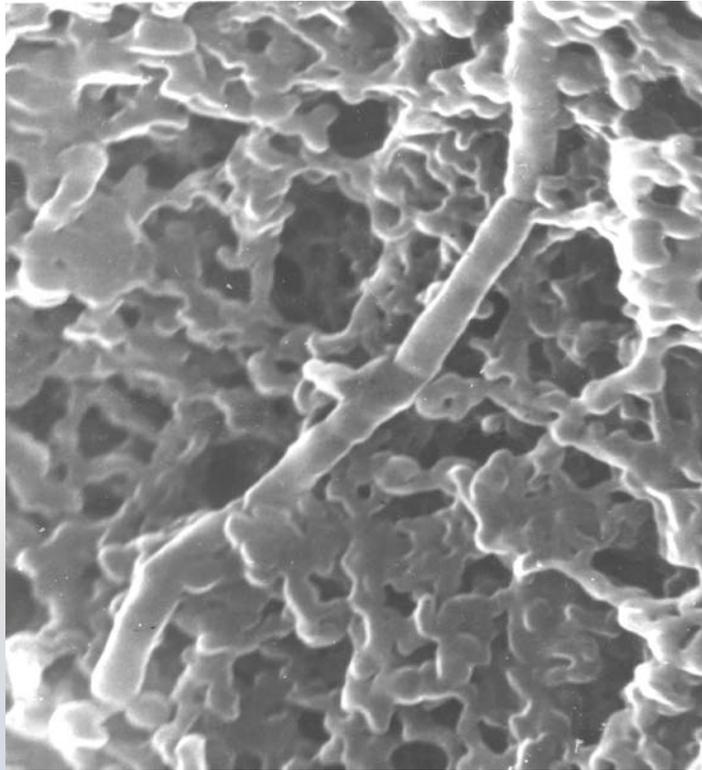
- растворенный кислород;
- БПК/ХПК,
- Ион аммония;
- питательные вещества (биогенные элементы N, P);
- температура;
- бактерии.



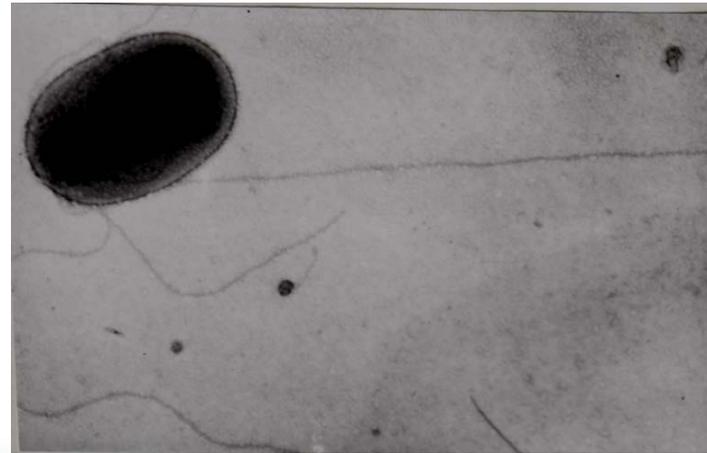
# Лабораторная установка



## Виды бактерий, ответственные за увеличение объема активного ила



**Zoogloea ramigera 11 000x**



**Nitrosomonas, 18000<sup>x</sup>**

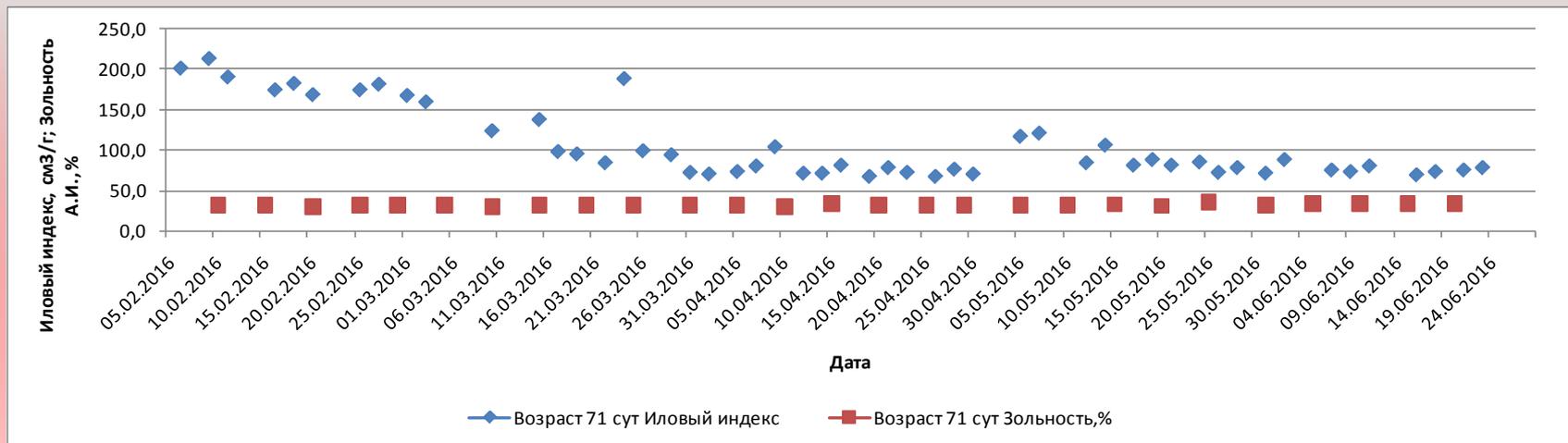


**Nitrobacter, 16 500<sup>x</sup>**

# Условия высокой эффективности очистки

Для получения высокой эффективности очистки важно поддерживать высокий возраст активного ила, как необходимое условие реализации фаз нитри-денитрификации

Стабилизация возраста ила в аэротенках приводит к улучшению его седиментационных свойств (с  $J=200 \text{ см}^3/\text{г}$  до  $J=50 \text{ см}^3/\text{г}$ ), способствуют повышению эффективности отстаивания иловой смеси во вторичных отстойниках.



Показатели илового индекса и зольности А.И. при возрасте 70 сут.

# Процессы, учитывающиеся в аэробных условиях

1	Разложение растворимых загрязняющих веществ (БПК), находящихся во взвешенном состоянии, гетеротрофными бактериями:	$\text{БПК}_{\text{взвеш. в аэроб.}} = \frac{\mu_{\text{max}}}{Y_{\text{max}}} \frac{\text{БПК}}{\text{БПК} + K_{\text{m БПК}}} \frac{oxy}{oxy + K_{\text{m oxy}}} k_b \text{БПК}_{\text{взвеш.}} \theta^{T-20}$
2	Разложение растворенного загрязнения (БПК) иммобилизованными гетеротрофными бактериями (биопленка):	$\text{БПК}_{\text{рост биопленки}} = \sqrt{2 D k_{of}} (oxy)^{1/2} \frac{A_{\text{биопленки}}}{V \theta^{T-20}}$
3	Гидролиз взвешенных веществ отвечающих реакции первого порядка:	$\text{БПК}_{\text{гидролиз}} = k_{\text{гид}} \text{БПК}_{\text{взвеш.}} \theta^{T-20}$
4	Рост гетеротрофных бактерий ( $k_b \cdot \text{ДВО}_{\text{взвеш.}}$ ) зависит от разложения БПК в жидкой фазе:	$\text{БПК}_{\text{рост}} = Y_{\text{max}} \text{БПК}_{\text{деград. взвеси}}$
5	Реаэрация	$R_{\text{аэр}} = Kl \left( 1 + \frac{K_2 u^2}{g d_m} \right) \left( 1 + \frac{(su)^{k_3}}{d_m} (c_s - oxy) \right)$

## Матрица функционирования модели деградации растворенных органических веществ

№ п/п	Процессы j	Критерий процесса
	Гидролиз	$\rho_j \text{ [ML}^{-3}\cdot\text{T}^{-1}\text{]}$
2	Накопление S	$k_H \cdot \frac{X_S / X_H}{K_X + X_S / X_H} \cdot X_H$
3	Накопление S <sub>2</sub>	$k_{STO} \cdot \rho_{S_2} \cdot \frac{S_2}{K_{S_2} + S_2} \cdot X_H$
4	Рост аэробов	$\mu^* \cdot X_{STO}$
5	Эндогенное дыхание	$b_H \cdot X_H$
6	Респирация продуктов	$b_{STO} \cdot X_{STO}$

# Направления методологии прогнозирования ремедиации открытых водоемов средних и малых рек

Для разработки методологии прогнозирования ремедиации открытых водоемов средних и малых рек необходимо учитывать направления:

- прослеживать работу очистных сооружений при использовании методологии моделирования технологических процессов в аэрационных бассейнах очистных сооружений;
- совершенствование фотосинтеза водорослей, участвующих в процессе самоочищения водоема.



# Русла малых и средних рек

Целью испытаний являлось определение эффективности использования роста показателя рН в результате реализации процесса фотосинтеза водорослей.

Выше точки сброса



Ниже точки сброса

# Водорослевая пленка



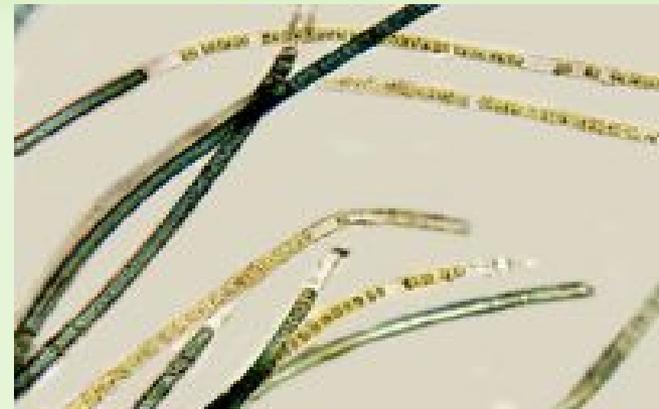
*Nitzschia palea*



*Scenedesmus bijugatis*



*Chaetopeltis sp.*



*Lyngbya.*

# Выбор технологических схем

Выбор технологических схем при реконструкции систем водозаборов и сооружений по очистке воды должен основываться на комплексном изучении

- химических
  - физико-химических,
  - бактериологических
- свойств сточных вод, в том числе ливневых
- на анализе современных технологий по их обезвреживанию.

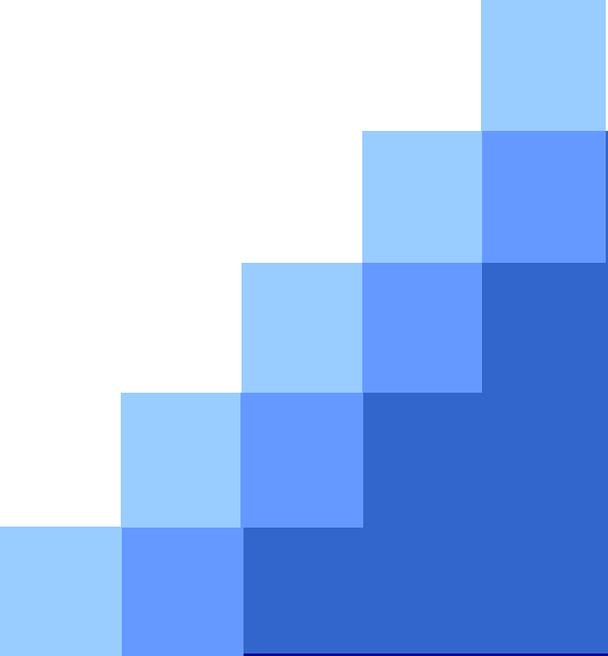
Наибольший эффект будет получен от прогнозирования риска в зонах хозяйственно-бытового и промышленного техногенного загрязнения с применением технологической и экологической оценки вод малых и средних рек.



# Направления по ремедиации рек

- Организация мониторинга состояния поверхностных вод на основе восстановления гидрологических и гидрохимических наблюдений на малых реках, которое сегодня практически не проводится;
- Сочетание мониторинга состояния поверхностных вод по микробиологическим показателям для определения степени антропогенного воздействия по реакции биоты;
- Организация и проведение мероприятий по восстановлению водности малых рек, как фундамент качественного улучшения их экосистем;
- При решении этих задач необходимо использовать биологические методы очистки в естественных условиях с использованием бактериальной составляющей.

- 
- ❖ Таким образом, проведенная экспериментальная работа по изучению прогнозирования открытых водных объектов дала положительный результат.
  - ❖ Она определила направления последующих исследований и позволила уже на данном этапе предложить механизм поддержания и восстановления рек и водоемов России.



*Павлинова И. И. - д.т.н., проф., руководитель  
технического отдела Ассоциации  
водоснабжения и водоотведения Московской  
области.*

*Платонова О.А. – к.х.н., руководитель отдела  
технологического сопровождения проектов АО  
«МосводоканалНИИпроект»*

Методология прогнозирования ремедиации открытых водных объектов с  
учетом приема ливневого стока

**Спасибо за внимание**