

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТОЧНЫХ ВОД «АО» КРАСФАРМА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ Р. ЕНИСЕЯ ПО ОРГАНИЗМАМ ЗООБЕНТОСА

С.П.Шулепина*

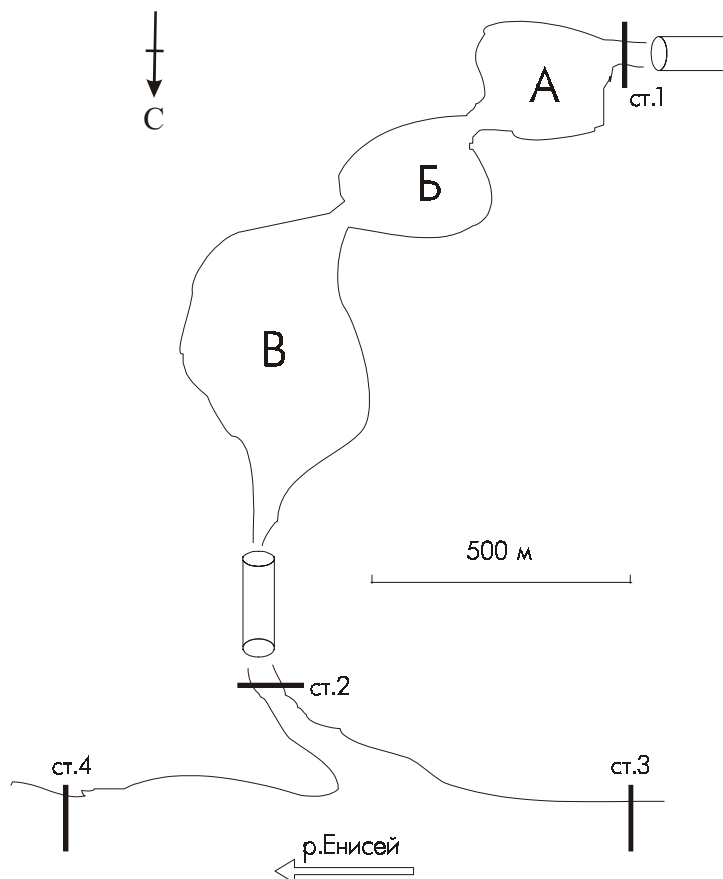
В р.Енисей поступают сточные воды многих промышленных предприятий, в том числе и АО «Красфарма». Очистка сточных вод осуществляется в биологических прудах-отстойниках, откуда вода поступает непосредственно в реку. Проведена оценка качества воды прудов-отстойников и р.Енисей по донным беспозвоночным с использованием биотического индекса Вудивисса (БИ), индексов: Балушкиной (Кб), Гуднайта и Уитлея (G), индекса сапробности в модификации Н.А.Дзюбана (S). Отмечена перспективность использования дескрипторов - индексов сапробности (S) и сапротоксности (St) для адекватной оценки качества воды исследованных водных объектов.

В связи с усиливающимся антропогенным воздействием на биосферу особое значение приобретает система наблюдений (мониторинг), позволяющая выделить изменения состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности [7].

Существующие методы биологической индикации степени загрязнения нуждаются в оценке и проверке в различных регионах страны с целью их использования при биомониторинге пресных вод. Биологический анализ по донным организмам помогает обнаружить изменения качества воды там, где его нельзя установить никаким другим методом. Донные беспозвоночные имеют достаточно продолжительный жизненный цикл, поэтому более полно могут аккумулировать загрязняющие вещества за длительный период [10].

Цель работы: оценить по организмам зообентоса качества воды р. Енисей, принимающего разбавленные стоки АО «Красфарма» через пруды-отстойники.

Со сточными водами АО «Красфарма» поступают и кумулируются загрязняющие вещества в систему



прудов-отстойников, которые имеют выход в р. Енисей. В прудах-отстойниках развиваются процессы эвтрофирования, и по всему району исследования, в соответствии с зонами самоочищения вод, формируются сапробные зоны.

Исследования проведены на следующих участках: 1) зона поступления сточных вод АО «Красфарма» в пруды-отстойники; 2) зона впадения вод из прудов-отстойников в р. Енисей; 3.4) р. Енисей, 500 м выше, ниже поступления вод из прудов-отстойников (рис.1).

Протяженность прудов-отстойников составляет около 3 км. Глубина – до 2 м. За период исследований (1998-99 гг.) максимальные температуры – 20,5°C – зарегистрированы в прудах-отстойниках, минимальные – 0,4°C на участках р.Енисей. Максимальное насыщение воды кислородом – 19,4 мг/л – наблюдалось в р.Енисей, минимальное – 4,5 мг/л – в прудах-отстойниках. Реакция среды на всех станциях исследования была слабощелочной – щелочной (РН – 6,9-9,0).

В прудах-отстойниках отмечалось превышение ПДК по нефтепродуктам в 2 раза, железу – в 10 раз, ртути – более чем в 100 раз (данные предоставлены Красноярской краевой специализированной инспекцией анализа водной среды).

Рис. 1. Карта-схема прудов-отстойников и прилегающего участка р. Енисей: 1-4 станции наблюдений; А-В – пруды-отстойники

* © С.П.Шулепина, 2003.

Отбор проб зообентоса проводился количественным скребком Дулькейта, с площадью захвата $S=0,1 \text{ м}^2$, в трех повторностях в августе, октябре 1998 г; феврале, мае, июле 1999 г.

Для оценки сходства видового состава зообентоса использовался коэффициент Серенсена-Чекановского (Ксч) [11]. Сложность видовой структуры определялась по индексу видового разнообразия Шеннона - Маргалефа (H) [1, 2]. Для оценки степени загрязнения исследованных акваторий использовались: индекс сапробности Пантле-Букка в модификации Н.А.Дзюбана (S), хирономидный индекс Балушкиной (КБ), биотический индекс Вудивисса (БИ), олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея (G) [4, 5, 6, 12].

Результаты исследований и их обсуждение

В прудах-отстойниках и Енисее, принимающих сточные воды АО «Красфарма», зарегистрировано 53 вида и форм донных беспозвоночных, в том числе личинка хирономид - 31 вид, олигохет - 6, личинок поденок и брюхоногих моллюсков - по 4, личинок двукрылых и пиявок - по 2, нематод, гаммарид, личинок ручейников, мошек - по одному виду (табл.1). Индикаторных видов найдено - 31, из них личинок хирономид - 16, олигохет - 6, видов с неизвестной сапробностью - 22. По всему объекту исследования отмечались виды из п/сем. *Orthocladinae*, олигохеты - *Stylodrilus sp.* Только в прудах-отстойниках отмечались виды с наибольшей сапробностью (3,6-3,8 баллов) из п/сем. *Chironominae* - *Chironomus plumosus*, из олигохет сем. *Tubificidae* - *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus udekemianus*. Реофильные формы беспозвоночных - ручейники и поденки - зарегистрированы только в р. Енисее, пиявки и гаммариды - повсеместно.

Анализ сезонной динамики видового разнообразия показал максимальное развитие донных беспозвоночных в июле и в августе по всему объекту исследования. В массе развивались личинки двукрылых, поденки, ручейники. С августа по октябрь произошло упрощение видовой структуры донных сообществ по всему объекту исследования, исчезли некоторые виды личинок хирономид, ручейников, поденок, двукрылых, мошек. В феврале повсеместно преобладали только гомотопные животные: пиявки, гаммариды, олигохеты; в прудах-отстойниках - моллюски. В мае в видовом составе зообентоса появились личинки хирономид.

Наибольшее видовое разнообразие зообентоса обнаружено в прудах-отстойниках - 26 видов (личинки хирономид - 14, олигохет - 5), что связано с поступлением теплых вод АО «Красфарма», развитием высшей водной растительности, заиленным грунтом (табл.1). Соотношение видов мониторов - полисапробов - 16%, α -мезосапробов - 27%, β -мезосапробов - 23%. Сапробность не установлена у 34% видов. В августе доминировали личинки хирономид п/сем. *Orthocladinae* - *Prodiamesa olivacea* (α -мезосапробы), субдоминировали олигохеты сем. *Tubificidae* - *Limnodrilus hoffmeisteri* (полисапробы). Только здесь отмечались личинки хирономид п/сем. *Chironominae* - *pp. Polypedilum* (*P. convictum*, *P. pedestre* (β -мезосапробы)), *Chironomus plumosus* (полисапробы). С октября 1998 г. по июль 1999 г. структурообразующий комплекс определяли олигохеты - *Stylodrilus sp.* (β -мезосапробы), фильтраторы - брюхоногие моллюски - *Radix ovata*, *R. lagotis*, *Physa acuta* (β -мезосапробы), которые зарегистрированы только в этом районе. Индекс видового разнообразия Шеннона-Маргалефа показал усложнение видового состава зообентоса от февраля ($H=0,32$ бит) к июлю ($H=2,74$ бит) и упрощение его структуры к октябрю ($H=1,39$ бит).

В районе поступления вод из прудов-отстойников в р. Енисей зарегистрировано 20 видов донных беспозвоночных. Соотношение видов, индикаторов сапробности: полисапробов - 5%, α -мезосапробов - 15%, β -мезосапробов - 40%, сапробность не установлена у 40%. В августе, октябре доминировали личинки хирономид п/сем. *Orthocladinae* - *Cricotopus algarum*, *Cr. silvestris* (β , α -мезосапробы), *Eukiefferiella sp.* (β -мезосапробы). В феврале и мае структурообразующий комплекс определяли пиявки - *Herpobdella octoculata* (α -мезосапробы) и гаммариды - *Gmelinoides fasciatus*. В июле, наряду с пиявками и гаммаридами, преобладали личинки хирономид - п/сем. *Chironominae*, которые характерны только для данного района - *Endochironomus albipennis*, *Parachironomus kuzini*, *Microtendipes pedellus*, *Tanytarsus holochlorus* (у всех сапробность неизвестна) (табл. 1). Максимальное видовое разнообразие зообентоса по индексу Шеннона-Маргалефа отмечалось в августе ($H=3,32$ бит) и октябре ($H=2,61$ бит), упрощение видовой структуры бентофауны зарегистрировано в мае ($H=1,19$ бит).

В р. Енисее, 500 м выше поступления вод из прудов-отстойников, видовое разнообразие донных беспозвоночных представлено 20 видами с доминированием личинок хирономид - 11. Соотношение видов мониторов: полисапробов - 10%, α -мезосапробов - 15%, β -мезосапробов - 30%, сапробность не установлена у 45%. За весь период исследования по плотности в данном районе доминировали олигохеты сем. *Lumbriculidae* - *Stylodrilus sp.* (β -мезосапробы) и гаммариды - *Gmelinoides fasciatus*. Только здесь зарегистрированы личинки поденок - *Brachycercus pallidus* (сапробность неизвестна) и *Ephemera lineata* (β -мезосапробы). По индексу видового разнообразия Шеннона-Маргалефа отмечалось усложнение видовой структуры зообентоса с июля ($H=1,25$ бит) по октябрь ($H=1,85$ бит) и упрощение его состава в феврале ($H=0,13$ бит).

Видовой состав бентофауны прудов-отстойников, принимающих сточные воды АО «Красфарма» (ст. 1), и р. Енисей (ст. 2, 3, 4) август, октябрь 1998 г., февраль, май, июль 1999 г.

[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Dicranota sp., Zettestedt			+	+											
Endochironomus albipennis, Meigen															
Eukiefferiella longicalcar, Kieffer				+		+									
Eukiefferiella sp.		+				+									
Eukiefferiella tshernovskij, Pancratava															
Glyptotendipes gripecoveni, Kieffer															
Glyptotendipes paripes, Edwards						+									
Limonia sp., Meigen				+			+	+							
Microtendipes pedellus, De Geer							+	+							
Parachironomus kuzini, Shilova															
Paratendipes albinus, Meigen													+		
Polypedilum convictum, Walker	+														
Polypedilum pedestre, Meigen	+												+		
Polypedilum scalenum, Schranck															
Procladius olivaceus, Meigen	+	+		+				+							
Procladius rufiventris, Goetghebuer	+														
Psectrocladius psilopterus, Kieffer															
Sergentia florentata, Kieffer															
Simuliidae gen. sp.		+													
Stectochironomus histrio, Fabricius	+														
Syndesmonia orientalis, Tshernovskij			+	+		+		+							
Tanytarsus holochlorus, Edwards															
Отр. Ephemeroptera															
Brachicercus pallidus, Tshernova															
Caenis macrura, Stephens															
Ephemerella lineata, Eaton															
Ephemerella ignita, Poda				+											
Ephemerella notata, Eaton								+							
Отр. Trichoptera															
Apatania crynophila Mac Lachlan			+	+			+	+							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кл. Mollusca															
Choanomphalus rossmaessleri Schmid t	+				+				+				+		
Radix laevis, Shrank					+								+		
Radix ovata, Draparnaud					+								+		
Physa acuta, Linne					+				+				+		

В р. Енисее, 500 м ниже поступления вод из прудов-отстойников, зарегистрировано 25 видов донных беспозвоночных, из них личинок двукрылых - 15. Соотношение видов, индикаторов сапробности: α -мезосапробов - 12%, β -мезосапробов - 36%, олигосапробов - 4%, сапробность не установлена у 48%. Только здесь зарегистрированы виды - личинки хирономид: *Polypedium scalaenum* (β -мезосапробы), *Sergentia flovodentata* (сапробность неизвестна) и личинки поденок: *Ephemerella ignita*, *Eph. notata* (β -мезосапробы) (табл. 1). Максимальное видовое разнообразие зообентоса по индексу Шеннона-Маргалефа зарегистрировано в августе ($H=2,0$ бит), минимальное - в феврале ($H=0,61$ бит).

В р. Енисее, 500 м выше и ниже поступления вод из прудов-отстойников, отмечались виды, характерные для этих двух участков - личинки хирономид п/сем. *Tanytrodinae* - *Ablabesmya monilis* (β -мезосапробы) и личинки ручейников - *Apatania crymophila* (сапробность неизвестна).

В районе поступления вод из прудов-отстойников в р. Енисей и 500 м ниже по течению зарегистрированы личинки хирономид, характерные для этих биотопов - *Eukiefferiella* sp. (β -мезосапробы), *E. longicalcar* (сапробность неизвестна), *Glyptotendipes gripecoveni* (β -мезосапробы).

Наибольшее сходство видового состава зообентоса по коэффициенту Серенсена-Чекановского отмечалось между районом поступления вод из прудов-отстойников в р. Енисей и районами р. Енисей: 500 м выше поступления этих вод ($K_{sc}=0,49$, $p \leq 0,05$), 500 м ниже поступления вод из прудов-отстойников ($K_{sc}=0,74$, $p \leq 0,05$). Отсутствовало сходство видового состава зообентоса между прудами-отстойниками и участками р. Енисей ($K_{sc}=0,26-0,31$, $p \geq 0,05$). Зарегистрировано сходство видового состава бентофауны прудов-отстойников за сезон: октябрь-февраль ($K_{sc}=0,63$), октябрь-май ($K_{sc}=0,67$), октябрь-июль ($K_{sc}=0,78$), май-июль ($K_{sc}=0,83$) при $p \leq 0,05$. Отмечалось сходство видового состава донных беспозвоночных района впадения вод из прудов-отстойников в р. Енисей между августом и октябрем ($K_{sc}=0,53$, $p \leq 0,05$), и р. Енисей, 500 м выше впадения вод из прудов-отстойников, между августом и октябрем ($K_{sc}=0,47$, $p \leq 0,05$).

Распределение зообентоса на исследованных участках зависело от состава грунта, глубины и гидрологического режима. В прудах-отстойниках отмечалась максимальная средневегетационная плотность бентофауны 3406 ± 1049 экз/м²; $25,2 \pm 7,7$ г/м² за весь период исследования по всему району (табл.2). Минимальная средневегетационная численность донных беспозвоночных - 296 ± 187 экз/м² зарегистрирована в районе поступления вод из прудов-отстойников в р. Енисей. Минимальная биомасса - $1,46 \pm 0,7$ г/м² в р. Енисее, 500 м выше поступления вод из прудов-отстойников.

Анализ сезонной динамики плотности зообентоса регистрировал снижение численности и биомассы от августа к февралю и увеличение ее к июлю, августу практически во всех исследуемых районах. В прудах-отстойниках пик численности зообентоса зарегистрирован в августе 7030 ± 693 экз/м², который обеспечивали личинки хирономид *Prodiamesa olivacea*. Пик биомассы - $49,2 \pm 10,2$ г/м² в октябре, который обуславливали моллюски. В р-не поступления вод из прудов-отстойников в р. Енисей максимальная плотность донных беспозвоночных отмечалась в июле 1035 ± 158 экз/м², $3,4 \pm 0,6$ г/м², за счет преобладания здесь олигохет, пиявок и гаммарид. В р. Енисей пик плотности зообентоса зарегистрирован в августе - 500 м выше поступления вод из прудов-отстойников - 1853 ± 175 экз/м², $4,2 \pm 0,6$ г/м²; 500 м ниже - 934 ± 64 экз/м²; $6,3 \pm 0,7$ г/м². Основной вклад в численность в вышележащем р-не вносили олигохеты *Stylodrilus* sp., личинки хирономид - *Diamesa* sp. и гаммариды, которые определяли и биомассу. В районе, расположенном ниже по течению доминировали гаммариды и пиявки.

Качество воды исследуемых участков по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Н.А.Дзюбана по донным беспозвоночным за весь вегетационный сезон соответствовало α -мезосапробной зоне в прудах-отстойниках ($S=2,76$ балл), β, α -мезосапробной в районе впадения вод из прудов-отстойников в р. Енисей ($S=2,46$ балл) и β -мезосапробной зоне в р. Енисей: - 500 м выше впадения вод из прудов-отстойников ($S=2,28$ балл) и - 500 м ниже впадения этих вод ($S=0,34$ балл) (табл.3).

Анализ сезонной динамики качества воды исследуемых районов по организмам зообентоса показал: в мае ($S=3,2$ балл), в июле ($S=2,63$ балл), в августе ($S=3,22$ балл) вода в прудах-отстойниках соответствовала α -мезосапробной зоне к октябрю ($S=2,54$ балл) и к февралю ($S=2,2$ балл) произошло улучшение качества воды до β, α - β -мезосапробной зоны. В районе впадения вод из прудов-отстойников в р. Енисей отмечалась самая загрязненная вода в феврале ($S=2,7$ балл) и мае ($S=2,87$ балл) - α -мезосапробная зона и улучшение состояния воды данного района с июля ($2,45$ балл) по октябрь ($S=1,80$ балл) до β -мезосапробной зоны. В р. Енисее качество воды существенно не изменялось за весь период исследования и соответствовало β - β, α -мезосапробной зоне ($S=2,0-2,6$ баллов). Таким образом, вода в районе р. Енисей, 500 м ниже впадения вод из прудов-отстойников, незначительно отличалась от воды в районе р. Енисей, 500 м выше впадения этих вод (табл. 3).

Так как в исследуемых районах отмечалась небольшая численность олигохет из сем. *Tubificidae*, которые предпочитают органическое загрязнение, а в наших водных объектах присутствует и токсическое загрязнение неорганической природы, то в большинстве случаев по методу Гуднайта-Уитлея вода в прудах-отстойниках (15-22%) и участках р.Енисей (8-20%) соответствовала очень чистым водам - II класс качества.

Пространственная динамика численности – N, экз/м², биомассы – B, г/м² групп зообентоса р. Енисей (ст. 2, 3, 4), принимающего разбавленные стоки АО «Красфарма» через пруды-отстойники (ст. 1)

Район отбора проб	Месяц	Показатель	Группы				
			Двукрылые	Олигохеты	Пиявки	Моллюски	Амфибии
1	2	3	4	5	6	7	
Пруды-отстойники, принимающие сточные воды АО "Красфарма"	Август 1998 г.	N	5544 988	1399 851	40 15	10 6	0,5
		B	14,30 9,6	1,10 0,60	5,34 2,36	0,16 0,12	0,5
		N	147 58	673 321	43 26	3404 1020	6
	Октябрь 1998 г.	B	0,22 0,08	0,80 0,51	1,69 1,00	45,92 12,3	0,5
		N	-	1300 620	3 3	60 14	
	Февраль 1999 г.	B	-	2,08 1,00	0,02 0,02	0,73 0,31	0,0
		N	7 3	557 78	27 13	2119 654	3
	Май 1999 г.	B	0,01 0,004	1,20 0,09	2,02 0,99	15,93 5,32	0,1
		N	3 3	470 210	30 16	1000 320	5
	Июль 1999 г.	B	0,01 0,01	0,70 0,34	2,75 1,60	29,23 10,20	0,5
		N					
	Среднее	B					
Поступление вод из прудов-отстойников в р.Енисей	Август 1998 г.	N	99 24	37 24	17 14	-	0,5
		B	0,08 0,02	1,40 1,00	0,54 0,40	-	0,0
	Октябрь 1998 г.	N	101 69	30 21	20 6	-	
		B	0,07 0,05	0,15 0,13	1,89 0,42	-	0,1
	Февраль 1999 г.	N	3 3	10 8	30 21	-	
		B	0,004 0,004	0,02 0,15	2,74 2,00	-	0,1
	Май 1999 г.	N	10 10	-	17 7	-	0,5
		B	0,004 0,004	-	1,92 1,04	-	0,5
	Июль 1999 г.	N	97 27	87 52	107 30	-	78
		B	0,25 0,14	0,59 0,40	0,74 0,16	-	1,8
	Среднее	N					
		B					

1	2	3	4	5	6	7
Р. Енисей, 500 м ниже поступления вод из прудов-отстойников	Август 1998 г.	N	327 125	293 120	3 3	-
		B	0,47 0,39	0,21 0,11	0,07 0,07	-
	Октябрь 1998 г.	N	69 41	524 69		-
		B	0,153 0,11	0,17 0,08		-
	Февраль 1999 г.	N	-	760 94	3 3	-
		B	-	0,33 0,06	0,07 0,07	-
	Май 1999 г.	N	-	-	-	-
		B	-	-	-	-
	Июль 1999 г.	N	17 9	13 7	3 3	4 4
		B	0,02 0,01	0,04 0,02	0,02 0,02	0,05 0,05
Р. Енисей, 500 м ниже поступления вод из прудов-отстойников	Среднее	N				
		B				
	Август 1998 г.	N	226 99	7 3	20 6	-
		B	0,15 0,05	0,35 0,17	1,25 0,36	-
	Октябрь 1998 г.	N	77 16	33 12	3 3	-
		B	0,16 0,02	0,03 0,01	0,28 0,28	-
	Февраль 1999 г.	N	-	3 3	-	-
		B	-	0,003 0,003	-	-
	Май 1999 г.	N	7 7	20 10	-	-
		B	0,001 0,001	0,05 0,02	-	-
	Июль 1999 г.	N	67 42	473 90	-	-
		B	0,09 0,05	0,75 0,06	-	-
	Среднее	N				
		B				

Оценка качества воды прудов-отстойников, принимающих сточные воды АО «Красфарма», которые поступают в р. Енисей по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Н.А.Дзюбана (S, балл) [6], олигохотному индексу Гуднайта-Уитлея (G, %) [12], биотическому индексу Вудивисса (БИ, балл) [5], хирономидному индексу Балушкиной (Кб, %) [4]

Район отбора проб	Месяц	Показатель			
		S балл, класс качества	G %, класс качества	БИ балл, класс качества	Кб %, класс качества
Пруды-отстойники, принимающие стоки АО "Красфарма"	Август 1998 г.	3,22±0,16 (IV)	19 (II)	2,25 (V)	0,34 (II)
	Октябрь 1998 г.	2,54±0,13 (III-IV)	15 (II)	2,80 (V)	-
	Февраль 1998 г.	2,20±0,18 (III)	96 (V)	3,00 (V)	-
	Май 1999 г.	3,20±0,26 (IV)	22 (II)	3,33 (IV-V)	-
	Июль 1999 г.	2,63±0,23 (IV)	35 (II)	3,25 (IV-V)	-
	Среднее	2,76 ±0,20 (IV)	37,40±15,03 (III)	2,93±0,19 (V)	0,34 (II)
Поступление вод из прудов-отстойников в р. Енисей	Август 1998 г.	2,47±0,19 (III-IV)	20 (II)	2,00 (V)	-
	Октябрь 1998 г.	1,80±0,09 (III)	18 (II)	2,70 (V)	0,15 (II)
	Февраль 1998 г.	2,70±0,13 (IV)	18 (II)	3,00 (V)	-
	Май 1999 г.	2,87±0,05 (IV)	0 (II)	3,00 (V)	-
	Июль 1999 г.	2,45±0,21 (III-IV)	8 (II)	4,00 (IV)	2,37 (III)
	Среднее	2,46±0,18 (III-IV)	12,80±3,83 (II)	2,94±0,32 (V)	1,26±1,11
Р. Енисей, 500 м выше поступления вод из прудов-отстойников	Август 1998 г.	2,37±0,13 (III)	16 (II)	3,75 (IV-V)	-
	Октябрь 1998 г.	2,22±0,07 (III)	27 (II-III)	2,70 (V)	0,9
	Февраль 1998 г.	2,20±0,05 (III)	98 (V)	3,00 (V)	-
	Май 1999 г.	-	-	2,0 (V)	-
	Июль 1999 г.	2,33±0,10 (III)	15 (II)	5,00 (III)	2,64 (III)
	Среднее	2,28±0,04 (III)	39±19 (III)	3,29±0,51 (IV-V)	1,77±0,87
Р. Енисей, 500 м ниже поступления вод из прудов-отстойников	Август 1998 г.	1,98±0,09 (III)	0,7 (II)	4,20 (IV)	-
	Октябрь 1998 г.	2,64±0,04 (IV)	46 (III)	4,20 (IV)	0,26 (II)
	Февраль 1998 г.	2,20±0,08 (III)	15 (II)	3,00 (V)	-
	Май 1999 г.	2,45±0,16 (III-IV)	17 (II)	3,00 (V)	0,36 (II)
	Июль 1999 г.	2,46±0,07 (III-IV)	64 (III-IV)	3,25 (IV-V)	0,45 (II)
	Среднее	2,35±0,12 (III)	29±12 (III)	3,53±0,28 (IV-V)	0,36±0,06 (II)

Примечание:

- в скобках () указан класс качества воды согласно ГОСТу [9],
- «-» индекс определить невозможно.

Таким образом, индекс Гуднайта и Уитлея не дал адекватную оценку качества воды исследуемых районов (табл. 3).

Исследования качества воды прудов-отстойников и прилежащих районов р. Енисея по методу Вудивисса показали, что вода этих участков за весь период исследований соответствовала α -мезо-полисапробной зоне (2,0-4,2 балл) - IV-V классы качества, за исключением района р. Енисея, 500 м выше впадения вод из прудов-отстойников, где вода соответствовала β -мезосапробной зоне (5,0 балл) - III класс качества в июле 1999 г. (табл. 3). Недостатком индекса Вудивисса считается игнорирование в расчетах величин плотности популяции. Кроме того, в наших водных объектах либо отсутствовали, либо зарегистрированы единичные виды поденок, ручейников и веснянок и преобладали группы, которые в системе Вудивисса почти не отражены или объединены в очень крупные таксоны. Поэтому и по методу Вудивисса нельзя достоверно оценить качество воды наших водных объектов.

Не дал достоверных результатов и метод Балушкиной, так как хирономиды в пробах представлены единично и преимущественно п/сем. *Chironominae* в прудах-отстойниках и п/сем. *Orthocladinae* повсеместно, и вода соответствовала, в основном, олигосапробной зоне (0,9 - 0,34%) (табл. 3). По мнению Балушкиной, личинки хирономид п/сем. *Chironominae* предпочитают заиленные грунты и встречаются как в загрязненных, так и в чистых водах, а личинки п/сем. *Orthocladinae* предпочитают песчаный грунт и холодные, чистые воды. Таким образом, развитие их в наших водотоках и водоемах соответствует биологии их развития [4].

* * *

Качество воды по донным беспозвоночным прудов-отстойников, принимающих оформленные стоки АО «Красфарма» и прилежащих районов р. Енисея по индексу сапробности соответствовало β , α -мезосапробной зоне - III-IV классу качества воды на всем протяжении прудов до устья, и β -мезосапробной зоне - III класс качества воды прилежащих районов р. Енисея.

По биотическому индексу вода исследованных водных объектов была более низкого качества, на уровне полисапробной зоны - V класс качества. По всей акватории прудов-отстойников до устья и прилежащих р-нах р. Енисея вода соответствовала IV - V классу качества. По индексам Гуднайта и Уитлея и Балушкиной вода прудов-отстойников и прилежащих р-нов р. Енисея достаточно высокого качества - II класс, олигосапробная зона. Эти оценочные характеристики не адекватны реальной ситуации, что обусловлено низкой численностью олигохет, высокочувствительных к токсическому загрязнению. А личинки хирономид присутствовали в небольших количествах, что соответствовало биологии их развития в подобных водных объектах.

Таким образом, в прудах-отстойниках процессы самоочищения протекают достаточно интенсивно и не оказывают негативного влияния на воды Енисея.

Анализ дескрипторов качества воды по донным беспозвоночным прудов-отстойников и прилежащих районов р. Енисея показал, что более приемлем в оценке качества воды индекс сапробности Пантле-Букка в модификации Н.А.Дзюбана. Однако оценка качества воды только по реакциям на органическое загрязнение (через индивидуальные сапробности видов) не может считаться корректной. Объективность оценок повысится сапротоксическим анализом, учитывающим токсическое загрязнение органической и неорганической природы [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А.Ф. Применение биологических и экологических показателей для определения степени загрязнения природных вод / А.Ф. Алимов, В.В. Бульон, Б.А. Гутельмахер и др. // Водные ресурсы. - 1979. - №5. - С. 137-148.
2. Алимов А.Ф. Применение математической модели для исследования разнообразия биотических потоков в водоёмах / А.Ф. Алимов, А.А. Умнов // Реакция озёрных экосистем на изменение абиотических и биотических условий. - С-П.: [[Труды Зоол. Инст. РАН]] Т.272, 1997. - С. 311-329.
3. Балушкина Е.В. Применение интегрального показателя для оценки качества вод по структурным характеристикам донных сообществ / Е.В. Балушкина // Реакция озёрных экосистем на изменение абиотических и биотических условий. - С - П.: [[Труды Зоол. Инст. РАН]] Т. 272, 1997. - С. 266-273.
4. Балушкина Е.В. Хирономиды, как индикаторы степени загрязнения вод / Е.В. Балушкина // Методы биологического анализа пресных вод. - Л.: Наука, 1976. - 168с.
5. Вудивисс Ф.С. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование / Ф. С. Вудивисс // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - С. 132 - 161.
6. Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод / А.В. Макрушин, под ред. Г.Г. Винберга. - Л.: Наука, 1974.- 60с.

7. Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоёмов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. - Л.: Гидрометеиздат, 1984.- 38с.
8. Моисеенко Т.И. Антропогенные преобразования водных экосистем Кольского Севера / Т. И. Моисеенко, В. Я. Яковлев. – Л.: Наука, 1990. – 221с.
9. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоёмов и водотоков. ГОСТ 17. 3. 3. 07. – 82. - М.: Изд-во стандартов, 1982. - 15с.
10. Финогенова Н.П. Оценка степени загрязнения вод по состоянию водных животных / Н.П. Финогенова, А.Ф. Алимов // Методы биологического анализа пресных вод. - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - С. 45-62.
11. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике / В.М. Шмидт. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. – 370с.
12. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicator of pollution // Proc. 15th Annual Ind. Waste Conf. Pardue, 1961. P. 139 – 142.

ASSESSMENT OF JSC “KRASFARMA” SEWAGE INFLUENCE ON THE YENISEI RIVER WATER QUALITY BY ZOOBENTHIC ORGANISMS

S.P. Shulepina

Wastewater from various industrial plants including JSC “KrasFarma” falls into the Yenisei River. Sewage purification is carried out in Wastewater treatment ponds, wherefrom clean water falls directly into the river. The assessment of core ponds and Yenisei water quality by bottom invertebrates has been carried out using Woodiwis biotic index (BI), Balushkina (K_b) and Goodnight-Witley (G) indices, index of saprobity in Dzuban modification (S). The prospect of using descriptors – saprobity (S) and saprotoxobity (St) indices for adequate assessment of water quality of studied water bodies has been noted.