

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВПО «Благовещенский государственный
педагогический университет»**

ПРАВИТЕЛЬСТВО АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Сибирское отделение
Институт водных и экологических проблем**

*Российская академия космонавтики им.К.Э. Циолковского
Восточное региональное отделение*

***КОСМОДРОМ «ВОСТОЧНЫЙ» –
БУДУЩЕЕ КОСМИЧЕСКОЙ
ОТРАСЛИ РОССИИ***

**МАТЕРИАЛЫ
II ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

(Благовещенск, 26-27 ноября 2013 г.)

Том 2

**Благовещенск
Издательство БГПУ
2013**

УДК 378
ББК 39.61я431
К 71

Печатается по решению
организационного комитета
конференции

Космодром «Восточный» - будущее космической отрасли России: материалы II Всероссийской научно-практической конференции (Благовещенск, 26-27 ноября 2013 г.). Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. Т.2. 212 с.

Состав организационного комитета конференции

- | | | | |
|----------------|---|--|----------------------------|
| Сергиенко Ю.П. | - | председатель Совета ректоров вузов Амурской области, ректор ФГБОУ ВПО «БГПУ», к.п.н., профессор | Председатель оргкомитета |
| Чмаров К.В. | - | заместитель председателя Правительства Амурской области - министр Амурской области по строительству космодрома «Восточный», к.в.н. | Сопредседатель оргкомитета |
| Пузанов А.В. | - | заместитель директора по науке Института водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН, д.б.н., профессор | Сопредседатель оргкомитета |

Члены оргкомитета:

- | | | | |
|-----------------|---|---|--|
| Самброс В.В. | - | начальник отдела экологической безопасности объектов НКИ ФГУП «ЦЭНКИ» | |
| Каргина Т.Д. | - | проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «БГПУ», к.ф.н., профессор | |
| Алексеев И.А. | - | начальник отдела организации научной деятельности, к.г.н., профессор кафедры географии ФГБОУ ВПО «БГПУ» | |
| Чернявский Ю.А. | - | ветеран космонавтики России, пенсионер | |

**СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
СОСТОЯНИЕ ВОДОТОКОВ
ТЕРРИТОРИИ КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»**

А.В. Пузанов, д.б.н., профессор, заместитель директора по науке,

В.В. Кириллов, к.б.н., доцент, заведующий лабораторией,

Д.М. Безматерных, к.б.н., доцент, заместитель директора по научной работе,

Е.Ю. Зарубина, к.б.н., с.н.с.

О.Н. Вдовина, н.с.,

Г.В. Ким, м.н.с.,

А.В. Котовщиков, к.б.н., научный сотрудник,

Е.Ю. Митрофанова, к.б.н., старший научный сотрудник

Институт водных и экологических проблем СО РАН

Водно-экологическая ситуация позиционного района космодрома «Восточный» определяется в настоящее время большой совокупностью природных и антропогенных факторов различных по пространственным масштабам и времени возникновения и действия.

Среди природных факторов наиболее постоянным во времени является пространственная организация экосистем малых и средних рек правобережной части водосборного бассейна реки Зеи на стыке среднего и нижнего участков ее течения. Река Зея занимает среди притоков Амура третье место по площади бассейна (233 тыс. км²) и по длине (1242 км). Площадь водосбора полностью располагается в пределах Амурской области, занимая 64 % её территории.

Территория позиционного района включает частично водосборы притоков р. Зеи I и II порядка - рек Б. Пёра - 80 км² (весь водосбор - 4,4 тыс. км²), Ора - около 380 км², Джатва. Полностью на территории района находятся водосборы (всего около 110 км²) других правых притоков р. Зеи I порядка (реки Гальчиха, Каменушка, Иур и ручей Иверский) и притоков рек Б. Пёра (ручьи Золотой, Серебряный, Медный) и Ора (ручьи Охот-

ничий и Николаевский) (табл. 1). Общая площадь водосбора протекающих через район космодрома рек - около 4,5 тыс. км²,

Заболоченность бассейна р. Большая Пёра – 14%, средняя густота речной сети 0,19 км/км². Средний за многолетний период расход воды в р. Большая Пёра для поста Дмитриевка (27 км от устья, площадь водосбора 3180 км²) - 13,5 м³/с, что составляет 1,3 % от среднего многолетнего расхода р. Зеи в районе впадения р. Селемджи (1030 м³/с), находящегося в 88 км выше по течению от устья р. Большая Пёра [3, 4].

При небольшой территории, которая рассматривается как позиционный район космодрома (около 1000 км²), влияние дренирующих эту территорию водотоков распространяется на 145 км участок течения р. Зея (11,5 % всей ее длины) при поступлении водного стока с 1,9 % от всей площади ее водосбора и 12,5 % от площади водосбора участка ее нижнего течения (от устья р. Селемджи до устья, код водохозяйственного участка 20.03.04.004).

Временная организация водных экосистем района определяется в настоящее время природным по происхождению фактором - муссонным характером климата Амурской области. С годовой периодичностью повторяется динамика поступления атмосферных осадков на территорию водосборного бассейна водотоков, характеризующаяся преобладанием (до 60 % от годового количества) жидких осадков, преимущественно летом. Это определяет основные черты гидрологического режима рек - многократные дождевые паводки, превышающие по объему водного стока половодье, колебания уровня воды со значительными амплитудами практически в течение всего безледного периода, отсутствие водного стока зимой в малых водотоках в результате перемерзания.

В период с 17 по 25 сентября 2013 г. проведены экспедиционные исследования гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик водотоков, дренирующих территорию космодрома. Всего было обследовано 12 водотоков, среди которых: три средних реки - Большая Пёра, Ора, Джатва; три малых реки - Гальчиха, Каменушка, Иур, шесть ручьев - Иверский, Охотничий, Золотой, Серебряный, Медный, Никола-

евский. В зависимости от размеров водотоков и расположения на территории космодрома, на каждой реке пробы отбирали на 1-4 участках, относительно равномерно расположенных вдоль по течению. Общее число обследованных участков – 21 (рисунок).

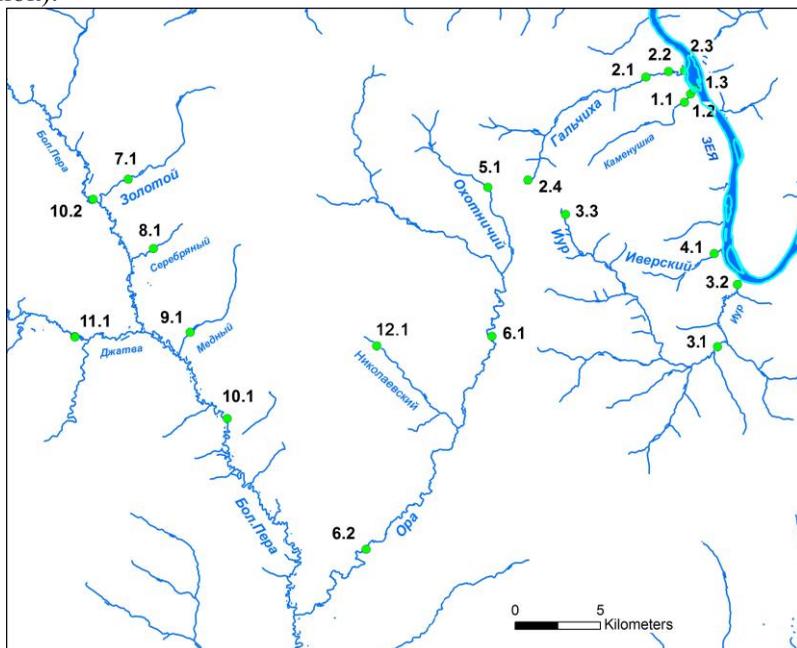


Рис. 1. Схема гидрографической сети обследованной территории с указанием станций отбора проб.

На каждом участке проведены первичные полевые измерения физико-химических и гидрологических показателей воды: глубина; прозрачность по белому диску; скорость течения, температура воды; Для гидрохимических исследований отобрано пробы воды на общий химический анализ, содержание токсических веществ и тяжелых металлов, растворенного в воде кислорода и органических веществ (БПК5), пробы донных отложений на химический анализ. При гидробиологических исследованиях были отобраны пробы для определения состава и количества

фитопланктона и его пигментных характеристик, фитоперифитона и фитобентоса, зоопланктона, зообентоса, макрофитов.

При отборе, первичной обработке и лабораторных анализах гидрохимических и гидробиологических проб используются стандартные методы, нормативные документы и материалы научных публикаций.

Реки – наиболее динамичный компонент гидросферы, поскольку русловые воды сменяются в среднем каждые 11 дней. Из-за высокой активности речных вод, их быстрой возобновляемости, речная вода в естественных условиях всегда практически пресна. Это происходит потому, что основная часть речных вод формируется почти сразу же после конденсации испарившейся воды в атмосферные осадки, которые всегда пресны [1]. Примером проявления этих закономерностей являются водотоки территории позиционного района космодрома «Восточный».

Постоянное обновление русловых вод является гидравлическим потенциалом, положительным фактором для физического самоочищения поверхностных вод в безледный период. Короткие характерные времена гидрологических процессов определяют низкую минерализацию и содержание биогенных веществ, низкий уровень загрязнения воды органическими веществами (табл. 2).

При общем низком уровне общей минерализации поверхностных вод исследованной территории показатели река Гальчиха охватывают весь диапазон обнаруженных концентраций – минимальных - 51,05 в истоке до максимальных - 114,38 мг/л в устье при наибольшем содержании гидрокарбонатов - до 79,3 мг/л. Второе место из анионов занимает сульфат-ион (7,68 мг/л). Из катионов – на первом месте кальций (до 20 мг/л)

В исследованных водотоках содержание биогенов - минеральных форм азота (нитриты – менее 0,007 мг/л, за исключением р. Б. Пёра (0,024 мг/л)), нитратов – не более 0,50 мг в р. Гальчихе с максимумом 0,84 мг/л в р. Большая Пёра, аммонийного азота – не более 1,08 мг/л) и фосфора (фосфаты - до 0,28 мг/л) (см. табл. 2) соответствовало, согласно ГОСТ-17.1.2.04-77, бетамезосапробному или альфамезосапробному классам сапробности - загрязненные воды. Превышение ПДК_{рх.} для нормиру-

емых показателей отмечено только по фосфатам. Содержание общего фосфора на всем протяжении реки Гальчиха находилось в пределах 0,07-0,08 мг/л и резко снижалось в устье (менее 0,04 мг/л), возможно, в связи с подпором принимающей реки Зeya. Содержание кремния в воде этой небольшой реки возрастало в 10 раз от верхнего участка ($0,71 \pm 0,14$ мг/л) к среднему ($7,08 \pm 0,68$) и затем снижалось вдвое ($3,91 \pm 0,41$) к нижнему участку. Содержание кремния и общего фосфора для других водотоков не выходило за пределы, указанные для р. Гальчихи, кроме устья р. Ора, где содержание общего фосфора достигало 0,12 мг/л. Нормативы ПДК по этим двум показателям отсутствуют.

По Комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши [2] поверхностные воды района по содержанию биогенов относились к 3 классу вод – «удовлетворительной чистоты», в том числе, по содержанию нитритов, нитратов и общего фосфора относилась к разряду 3а – достаточно чистая, по аммонийному азоту и фосфатам – к разряду 3б – слабо загрязненная. В большинстве исследованных водотоков величина БПК₅ соответствовала ПДК_{рх} для рыбохозяйственных водоемов ($2 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), превышение было зафиксировано только в устьях рек Каменушка и Гальчиха ($2,48$ и $3,74 \text{ мгO}_2/\text{л}$), где наблюдался сильный подпор Зеи, и в ручье Иверский ($2,21 \text{ мгO}_2/\text{л}$).

Водотоки исследуемой территории характеризуются высоким, хотя и ниже предела насыщения для данной температуры, содержанием растворенного в воде кислорода (фактор высокого потенциала химического самоочищения). Наибольшие значения ($8,13 - 9,79 \text{ мг/л}$) отмечены в средних по величине реках Ора и Пёра, в малых реках Каменушка и Гальчиха. В мелководных ручьях содержание кислорода несколько ниже, но, тем не менее, остается высоким (не менее $6,34 \text{ мг/л}$). Минимальные концентрации кислорода ($6,06 \text{ мг/л}$) отмечены в истоках рек Гальчиха и Иур, водосборы которых на этих участках сильно заболочены.

Оценка качества вод рек и ручьев района по трофосапробным показателям (ГОСТ-17.1.2.04-77) показала, что большинство водотоков относятся к классам ксено-, олигоса-

пробных чистых и бета-мезосапробных слабозагрязненных вод. Исключением были находящиеся в подпоре р. Зеи приустьевые участки рек Каменушка и Гальчиха и руч. Иверский, воды которых соответствовали уровню альфа-мезосапробных загрязненных и полисапробных грязных вод.

Полученные данные о содержании в поверхностных водах растворенной и взвешенной форм соединений кадмия, меди, железа, марганца, цинка, свинца, никеля, мышьяка, хрома, свидетельствуют о наличии, даже в пределах небольшой территории позиционного района, значительной пространственной неоднородности распределения этих веществ. При проявлении здесь известной закономерности превышения концентраций взвешенных форм над растворенными, содержание растворенных форм марганца, железа, цинка, меди и свинца было больше ПДК_{рх}. Результаты исследований в конце сентября 2013 года соответствуют ранее полученным данным.

По совокупности гидрохимических характеристик первоочередное внимание при организации экологического мониторинга района целесообразно уделить участку водораздела, где начинается формирование стока рек Гальчиха, Каменушка и Иур.

Состав водорослей планктона исследованных водотоков в сентябре 2013 г. был очень бедный. При оценке органического загрязнения воды в исследуемых водотоках по присутствию в планктоне индикаторных видов водорослей было установлено, что значения индекса сапробности соответствует олиго-бета-мезосапробной зоне, II-III классу чистоты вод и категории чистой и умеренно загрязненной воды. Но невысокие и даже низкие значения индекса разнообразия Шеннона свидетельствуют о несформированности фитопланктона водотоков и низком потенциале биологического самоочищения в исследуемый период, что увеличивает риск перехода водных экосистем в кризисную зону.

Содержание основного фотосинтетического пигмента водорослей – хлорофилла *a* (Хл *a*) в воде, отражающее обилие фитопланктона, в исследованных реках было очень низким и не превышало значений, характерных для олиготрофных водных

объектов ($2,5 \text{ мг/м}^3$), за исключением верховья р. Б. Пёра, где содержание Хл *a* достигало $2,6 \text{ мг/м}^3$ (табл. 3).

Низкое содержание фотосинтетических пигментов и высокие значения соотношения каротиноиды/Хл в фитопланктоне рек исследованной территории свидетельствует о неблагоприятных условиях для развития водорослей планктона. Такими условиями могут быть: сильное затенение русла древесно-кустарниковой растительностью, обильные заросли полупогруженной водной растительности, заболоченные водосборы. В целом, исследованные нами водотоки бассейна р. Зея, а также другие ее притоки и водные массы самой реки (по литературным данным) по шкале оценки трофического статуса водоемов, предложенной Организацией Экономического Сотрудничества и Развития [5] можно отнести к олиготрофному типу. По комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши [2] концентрация Хл *a* в изученных реках соответствует классу качества воды 1 – «предельно чистая».

В составе альгофлоры перифитона водотоков выявлено 129 видов (137 таксонов рангом ниже рода) из пяти отделов. По видовому разнообразию преобладают диатомовые водоросли. Соотношение числа видов цианопрокариот и зеленых водорослей варьирует в альгоценозах от 0,3 до 5,9.

Численность водорослей перифитона составляла $0,06\text{--}3,50$ млрд. кл/м² в реках, $0,06\text{--}2,27$ млрд. кл/м² в ручьях, биомасса, соответственно – $0,19\text{--}6,78$ г/м² и $0,12\text{--}2988$ г/м².

Состав, структура и количественные параметры альгоценозов обследованных водотоков соответствуют таковым других водных объектов Дальнего Востока. Экологический спектр вегетирующих водорослей перифитона отражает низкую минерализацию воды водотоков, слабощелочную и нейтральную реакцию среды в них. По эколого-санитарным показателям вода рек Каменушка, Гальчиха, ручьев Золотой, Медный характеризуется как слабо загрязненная, остальных водотоков – как очень и достаточно чистая.

Флора высших водных растений рассматриваемой территории богата по видовому разнообразию. Наибольшее число видов отмечено в семействах осоковых и злаковых, что связано

с особенностями водосбора исследованных водотоков и в целом характерно для флоры Амурской области. Своеобразие гидрологического режима территории привело к преобладанию во флоре воздушно-водных растений, приспособленных к резкому колебанию уровня воды.

Основой зоопланктона во всех исследованных водотоках являлись эврибионтные и фитофильные формы при отличиях водотоков по видовому составу и количественным показателям зоопланктона, величине сапробности.

В зообентосе исследованных водотоков отмечено 66 видов донных беспозвоночных из 3 классов. В большинстве водотоков доминировали хирономиды, также в число доминантов входили олигохеты и поденки. Уровень развития донных зооценозов большинства водотоков, «предельно низкий» и «очень низкий», что соответствует олиготрофным типам водоемов. «Низкий» уровень развития (мезотрофный тип) отмечен только в ручье Серебряный. Подобная ситуация характерна для осеннего периода в бассейне р. Амур. Таксономическая структура и уровень развития зообентоса свидетельствовали о неблагоприятных условиях для обитания гидробионтов в большей части водотоков. Наиболее благоприятные условия были выявлены в реках Гальчиха, Иур и Ора. Но биоиндикационные индексы показали заниженные значения качества вод, возможно, в связи с негативным воздействием на водные сообщества экстремального природного явления - прошедшего перед периодом исследования сильнейшего за последние десятилетия дождевого паводка.

В целом. результаты гидробиологических исследований водотоков осенью 2013 года показали, что при полных по составу и структуре экосистемах исследованных водотоков, отмечено угнетенное состояние их планктона и донных сообществ. Мало-видовые планктонные и бентосные сообщества при их низком уровне развития отражают пониженный потенциал биологического самоочищения. Наблюдающиеся признаки деградации состава и структуры экосистем соответствуют уровню экологического стресса для отдельных сообществ, но не выходят за

пределы адаптационного потенциала экосистем водотоков в целом.

Принцип целесообразного управления использованием водных объектов и снижением экологического риска основан на необходимости синхронизации хозяйственной деятельности и мониторинга с естественной временной организацией системы. Для водотоков позиционного района с учетом преобладания во временной организации их гидрологических процессов и жизни планктонных сообществ коротких характерных времен, можно рекомендовать использование для экологического мониторинга характеристик долгоживущих биологических сообществ - фитоперифитона, зообентоса и макрофитов.

В соответствии с Критериями оценки состояния пресноводных экосистем (1992) по содержанию химических веществ в поверхностных водах, составу и уровню развития фитопланктона, фитоперифитона, зоопланктона и зообентоса, водно-экологическая ситуация позиционного района космодрома классифицируется как «относительно удовлетворительная».

Анализ пространственно-временной организации экосистем разнотипных водотоков позиционного района космодрома «Восточный» дает основание для рекомендации по организации экологического мониторинга с учетом отличий водных объектов по размерам и характерным временам внутриводоемных процессов, а так же пространственно-временной организации факторов воздействия на них.

Химические анализы воды выполнены в Лаборатории биогеохимии и Химико-аналитическом центре ИВЭП СО РАН

Исследования выполнены в рамках НИР «Восток-Экомониторинг» (государственный контракт №671-8408/12).

Библиографический список:

1. Львович, М.И. Вода и жизнь: Водные ресурсы, их преобразование и охрана / М.И. Львович. М.: Мысль, 1986. 254 с.

2. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.П. Оксий [и др.] // Гидробиол. журн. 1993. № 29 (4). 62–76.
3. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1. Реки и каналы. Том 1. Вып. 19. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1986.
4. Проект нормативов допустимого воздействия (НДВ) по бассейну реки Амур: Зея. Амурское бассейновое водное управление. Хабаровск, 2012. 119 с.
5. OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (1982) Eutrophication of waters. Monitoring assessment and control. Final report. OECD Cooperative Programme on monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control), Environment Directorate. Paris, 1982. 154 p.