

УДК 574.5+502.51(470.5-924.93):504.5:665.6

*** ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В
РАЙОНЕ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ
«СОЮЗ» НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО УРАЛА**

© 2011 г. И.А. Кузнецова, Л.В. Черная

*Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской
академии наук, г. Екатеринбург*

* Работа выполнена по Программе проектов ориентированных фундаментальных исследований, проект № 10-4-02 КА.

Ключевые слова: падение отделяющихся частей ракет-носителей, нефтяное загрязнение водной среды, биоиндикаторы.

Исследован уровень содержания нефтепродуктов в водных объектах Северного Урала в связи с открытием нового района падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз»; проведен количественный учет индикаторных видов водных беспозвоночных.

Введение

В 2006 г. по программе Федерального космического агентства открыта новая трасса пусков ракет-носителей «Союз» для выведения космических аппаратов (КА) с космодрома Байконур на солнечно-синхронную орбиту. Траектория выведения КА проходит над Северным Казахстаном, Южным, Средним и Северным Уралом – территориям с высокой плотностью населения и интенсивной хозяйственной деятельностью. Район падения (РП) второй ступени и головного обтекателя располагается на границе Свердловской области и Пермского Края, включая, в основном, горные малонаселенные территории: хребет Кваркуш, южную часть Главного Уральского Хребта, а также Ольвинский Камень, хребет Еловая Грива, Сенные горы, горы Кедровый Спой, с высот которых в восточном направлении берут начало реки Малая и Большая Сосьва, Вагран, Ольва, Каква, Пожва. С востока территория РП граничит с системой озер Большое и Малое Княспинское, озером Валенторское и заболоченными участками, прилегающими к ним. В качестве топлива

для ракет-носителей «Союз» используется авиационный керосин, и, следовательно, при падении фрагментов отделяющихся частей в районе падения возможно загрязнение наземных и водных экосистем нефтепродуктами, которое в последствии может влиять на количественный и качественный состав флоры и фауны. К настоящему времени по вновь открытой трассе произведено 4 запуска КА с использованием ракет-носителей «Союз» (октябрь и декабрь 2006 г., декабрь 2007 г., сентябрь 2009 г.). Оценка содержания нефтепродуктов в воде водных объектов произведена в 2009 и 2010 гг. после осуществления соответственно первых трех и четвертого пусков.

Продукты ракетно-космического топлива – нефтяные углеводороды, являются высокотоксичными соединениями. При попадании в водные экосистемы нефтепродукты вызывают глубокую перестройку в организме гидробионтов, часто затрагивающую генетический аппарат. Наиболее опасна нефть для организмов, находящихся на ранних стадиях развития: личиночные формы многих донных беспозвоночных в десятки и сотни раз более чувствительны к нефти, чем взрослые особи. При кратковременном воздействии (минуты, часы) нефть оказывает отдаленное поражающее действие на гидробионтов, приводя их к гибели уже после перенесения в чистую воду. Попадание большого количества нефтепродуктов в водоем грозит нарушением баланса и функционирования экосистемы за счет снижения численности, или исчезновения ключевых групп гидробионтов [1].

Учитывая вышесказанное, очевидно, что при оценке уровня загрязнения водной среды нефтепродуктами недостаточно прямого определения их концентрации в водной среде, необходимо также проводить количественный и качественный учет индикаторных видов гидробионтов, причем в сравнительном аспекте, используя в качестве контроля водные объекты, расположенные на фоновой территории, не подверженной техногенной нагрузке.

Цель настоящего исследования – оценить фоновый уровень загрязнения нефтепродуктами водных объектов Северного Урала, расположенных на территории района падения отделяющихся частей ракет-носителей и определить численность типичного вида-индикатора среди бентосных гидробионтов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить концентрации нефтепродуктов в водных объектах, расположенных как в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей, так и на фоновых территориях;

2. В исследуемых водных объектах провести количественный учет массовых видов донных беспозвоночных, позволяющих использовать их в качестве биоиндикаторов состояния водной среды.

Материалы и методы

Места отбора проб воды и сбора донных беспозвоночных в РП выбраны по принципу наиболее вероятного загрязнения при ракетно-космической деятельности: наибольшие высоты (хребет Кваркуш – река Жиголан; Казанский Камень – река Вагран; Сенные Горы – ручей на Сенном камне, река Улс; Ольвинский Камень – река Ольва) и наибольшие понижения, собирающие водные стоки данной территории и подверженные определенной антропогенной нагрузке (промышленные выбросы городов Карпинск, Краснотурьинск, Североуральск; наземный и водный автотранспорт): озера Большое Княсьпинское и Валенторское (рис. 1).

Рис. 1. Картограмма мест отбора проб: 1 – р. Жиголан, 2 – р. Улс, 3 – р. Вагран, 4 – р. Ольва, 5 – ручей на Сенном Камне, 6 – оз. Валенторское, 7 – оз. Большое Княсьпинское, 8 – р. Серебрянка, 9 – р. Йов, 10 – р. Каква.

Фоновые наблюдения проведены в труднодоступных, условно ненарушенных территориях Северного Урала к югу от района падения: Серебрянский Камень – реки Серебрянка, Йов, Каква.

Пробы воды в изучаемых водных объектах отбирали согласно требованиям ГОСТ 17.1.3.07-82; ГОСТ 17.1.5.05-85; ГОСТ 17.4.3.04-85; ГОСТ 26204-84 – ГОСТ 26213-84; ГОСТ 28168-89; ГОСТ 17.4.01 – 83 (СТ СЭВ 3847-82). Анализ воды на содержание нефтепродуктов проведен согласно стандартным методикам (МУК 4.1.1061-01, ПНД Ф 16.1:2.2.22-98; ПНД Ф 14.1:2.57-96; ПНД Ф 14.1.:2:4.168-00) методом инфракрасной спектрометрии с использованием концентратомера КН-2 на базе ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Уральскому Федеральному округу».

В качестве биологического индикатора выбраны донные беспозвоночные, относящиеся к I категории видов-индикаторов чистоты воды: личинки ручейников рода *Stenophylax* (рис. 2). Как показали наши предварительные фаунистические исследования, эти гидробионты являются доминирующими и постоянными группами

донного населения текучих вод Северного Урала. Широко заселяя чистые природные водоемы: ручьи, горные потоки, большие олиготрофные озера и равнинные реки, они, будучи высоко оксифильными животными, весьма чувствительны к повышенному содержанию химических веществ в водной среде. Из современных исследований известно, что в загрязненных водотоках сокращается видовой состав и снижается численность и уровень биопродуктивности личинок ручейников [2, 3].

Рис. 2. Биоиндикаторы.

Количественный учет личинок ручейников проведен методом прямого подсчета числа особей, обнаруженных прикрепленными к обратной стороне камней на 1 м² дна исследуемого водного объекта (экз./м²).

Результаты и обсуждение

Результаты химических анализов отобранных проб воды показали, что во всех исследуемых водотоках содержание нефтепродуктов не превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов: 0,05 мг/л (табл. 1). При этом концентрации, выявленные в водотоках на территории района падения, соответствуют уровню содержания нефтепродуктов в контрольных реках и ручьях.

Присутствующие нефтепродукты в условно ненарушенных антропогенным воздействием водотоках имеют, скорее всего, естественное происхождение: некоторые количества углеводов поступают в воду в результате прижизненных выделений растительными и животными организмами, а также их посмертного разложения [4]. Из зарубежных исследований известно, что в незагрязненных нефтепродуктами водных объектах концентрация естественных углеводов в речных и озерных водах может колебаться от 0,01 до 0,20 мг/л, иногда достигая 1–1,5 мг/л, в зависимости от биологической ситуации в водоеме [5, 6].

Таблица 1. Концентрации нефтепродуктов (мг/л) в воде водных объектов района падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» и на фоновых территориях Северного Урала

Водный объект	Время взятия проб	
	Июль 2009 г.	Июль 2010 г.
Район падения		
р. Жиголан	0,037 ± 0,012	0,05 ± 0,02
р. Улс	0,048 ± 0,016	< 0,02
р. Вагран	нет данных	< 0,02
р. Ольва	нет данных	0,03 ± 0,01
ручей на Сенном камне	< 0,05	0,05 ± 0,02
оз. Валенторское	0,09 ± 0,03	0,041 ± 0,014
оз. Большое Княспинское	0,06 ± 0,02	0,04 ± 0,02
Контроль		
р. Серебрянка	нет данных	< 0,02
р. Йов	нет данных	0,05 ± 0,02
р. Каква	нет данных	< 0,02

Повышенные (относительно ПДК) концентрации нефтепродуктов, выявленные в 2009 г. в воде исследуемых озер Валенторское и Большое Княспинское, могут быть объяснены, с одной стороны, антропогенной нагрузкой, с другой – трофическим статусом этих водоемов.

Результаты фаунистических исследований показали, что наибольшего массового развития (400 экз./м²) личинки ручейника достигают в р. Улс, протекающей в районе падения, что явно свидетельствуют об экологически благополучном состоянии данного водотока (табл. 2). Средние показатели численности личинок ручейников в бентосе лососевых рек Северного Урала составляют 513,6 экз./м², в бентосе Приполярного Урала – 512,5 экз./м²; в бентосе крупных лососевых рек Тимана – 832,9 экз./м² [2]. Достаточно высокая численность этих гидробионтов (90–110 экз./м²), но значительно ниже, чем в р. Улс, выявлена нами на фоновой территории (реки Йов и Каква).

Таблица 2. Численность личинок ручейников (экз./м²) в водных объектах района падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» и на фоновых территориях Северного Урала

<i>Водный объект</i>	<i>Численность личинок ручейников, экз./м²</i>
Район падения	
р. Жиголан	не обнаружено
р. Улс	350–400
р. Вагран	<10
р. Ольва	20–30
ручей на Сенном камне	<10
оз. Большое Княсьпинское	не обнаружено
Контроль	
р. Серебрянка	не обнаружено
р. Йов	80–100
р. Каква	90–110

Низкая численность ручейников в водотоках района падения (р. Вагран, ручей на Сенном камне), а также их отсутствие в р. Жиголан, связаны, прежде всего, с трофическими особенностями изучаемых водных объектов. Так, в данных водотоках отмечены высокая скорость течения, довольно низкая температура, практически полное отсутствие водной растительности и других групп гидробионтов. Те же факторы в полной мере можно отнести и к фоновой реке Серебрянка, в которой личинки ручейников также отсутствуют (табл. 2). Что касается мезотрофного оз. Большое Княсьпинское, то отсутствие исследуемых биоиндикаторных беспозвоночных в его литоральной зоне, скорее всего, указывает на высокий уровень органического загрязнения, а также, вероятно, является следствием присутствующей антропогенной нагрузки.

В результате проведенных исследований определен фоновый уровень содержания нефтепродуктов в водных экосистемах исследуемой территории Северного Урала, что в последствии позволит оценить наличие (отсутствие) нефтяного загрязнения в результате падения фрагментов ОЧ РН отделяющихся частей ракет-

носителей (рис. 3) Наличие и высокая численность личинок ручейников (биоиндикаторы I категории) свидетельствует о чистоте исследуемых водных объектов.

Рис. 3. Фрагменты отделяющихся частей ракет-носителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакаева Е.Н., Никаноров А.М. Гидробионты в оценке качества вод суши. М.: Наука, 2006. 239 с.
2. Шубина В.Н. Изменение структуры бентоса лососевых рек бассейна Печоры под влиянием антропогенного загрязнения // Биологические последствия хозяйственного освоения водоемов европейского Севера. Сыктывкар, 1995. С. 69–77.
3. Попова Э.И. Ручейники // Флора и фауна водоемов европейского севера. – Л.: Наука, 1978. С. 72–74.
4. Моисеенко Т.И. Водная токсикология: Теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 400 с.
5. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: ВНИРО, 1997. 340 с.
6. Albers P.H. Petroleum and individual Polycyclic Aromatic Hydrocarbons // Handbook of Ecotoxicology / Ed.D.J. Hoffman et al. N.Y.: Lewis Publ., 2005. P. 341–371.

Сведения об авторах:

Кузнецова Ирина Анатольевна, к. б. н., старший научный сотрудник, Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202; e-mail: kuznetsova@ipae.uran.ru

Черная Людмила Владимировна, к. б. н., старший научный сотрудник, Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202; e-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru