

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНЕ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ «СОЮЗ» НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО УРАЛА

**В.Н. Большаков, И.А. Кузнецова\***

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

\* Эл. почта: [Kuznetsova@ipae.uran.ru](mailto:Kuznetsova@ipae.uran.ru)

Статья поступила в редакцию 09.04.2015; принята к печати 13.05.2015

Представлены результаты фоновых мониторинга состояния природной среды в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» на Северном Урале и экологического сопровождения пусков ракет-носителей «Союз»: исследована степень загрязнения снегового покрова, почвы, воды водных объектов остатками ракетно-космического топлива. Рассмотрена возможность использования при оценке загрязнения таких биоиндикаторов, как водные беспозвоночные, зеленые мхи, дереворазрушающие грибы, мелкие млекопитающие. Негативные последствия долгосрочного (2006–2014 гг.) воздействия ракетно-космической деятельности на природную среду в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» на территории Северного Урала отсутствуют.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, загрязнение ракетно-космическим топливом, депонирующие среды, биоиндикация.

## ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE AREA OF FALLING OF THE DETACHABLE PARTS OF CARRIER ROCKET SOYUZ IN NORTHERN URALS

V.N. Bolshakov, I.A. Kuznetsova

Institute of Plant and Animal Ecology of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences

(Yekaterinburg, Russia)

E-mail: [Kuznetsova@ipae.uran.ru](mailto:Kuznetsova@ipae.uran.ru)

The results of background environmental monitoring in the area of falling of the detachable parts of the carrier rockets Soyuz in Northern Urals and of environmental tracking of Soyuz rocket launchings are presented. Snow, soil, and water basins contamination with rocket fuel residues was determined. The possibility to use bioindicator species, such as aqueous invertebrates, green mosses, wood decaying fungi, and small mammals, is estimated. No adverse environmental impacts of rocket launching were found in the area of falling of the detachable parts of carrier rockets in Northern Urals.

**Keywords:** environmental monitoring, contamination with rocket fuel, depositing media, bioindication.

### Введение

Экологический мониторинг – система наблюдений, оценки и прогнозирования состояния окружающей природной среды и экологической обстановки на основе инструментальных и иных измерений показателей состояния выделенных с этой целью объектов экологического мониторинга [5, 9]. Получаемая при регулярном мониторинге информация позволяет своевременно диагностировать изменения в экосистемах, определять приближение того или иного критического уровня в их функционировании. Располагая сведениями об особенностях естественной динамики состояния отдельных компонентов природных комплексов возможно прогнозировать отдаленные последствия кризисных воздействий, разрабатывать меры, которые позволят их предотвратить. Основными составляющими мониторинга в связи с этим являются отслеживание динамики состояния биологических сообществ, биологическая индикация состояния природной среды данной территории, оценка характера изменений биоразнообразия.

Специалистами Института экологии растений и животных УрО РАН разработана система комплексного экологического мониторинга состояния при-

родной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Предлагаемая система наблюдений позволяет отслеживать общее состояние природного комплекса, а также, при сравнении с состоянием контрольных территорий, определить степень и характер воздействия тех или иных антропогенных факторов [10]. Реализация системы включает несколько этапов. *Организационно-подготовительный этап* – общее описание природных условий исследуемой территории, социально-экономическая характеристика, создание картографической базы, определение конкретных пунктов наблюдений, выбор «контрольной» территории, соответствующей по своим основным характеристикам исследуемой, выбор параметров наблюдений. *Регулярный мониторинг* состояния природной среды – регламентированный сбор данных о состоянии индикаторных объектов. *Оперативный мониторинг* – выявление и топографическая привязка участков территории, в наибольшей степени подверженных воздействию тех или иных внешних факторов; специальные исследования, связанные с неординарными событиями на исследуемой территории (гибель животных, выпадение осадков неизвестной природы и пр.). *Аналитическая*

*обработка полученных данных* – итогом комплексного экологического мониторинга является контроль состояния природной среды, прогнозирование определенных последствий при дальнейшей эксплуатации территории и, в случае выявления значительных нарушений элементов ландшафта или компонентов биоты, разработка рекомендаций по проведению комплексной реабилитации территории [13].

В 2006 г. по программе Федерального космического агентства открыта трасса выведения космических аппаратов с космодрома Байконур – в северном направлении на солнечно-синхронную орбиту [11]. Необходимость использования такой орбиты обусловлена тем, что объект, находящийся на ней, проходит над любой точкой земной поверхности почти в одно и то же местное солнечное время, и угол освещения земной поверхности практически одинаков на всех проходах спутника, что позволяет осуществлять дистанционное зондирование Земли, метеорологические наблюдения, экологический мониторинг природной среды, исследования природных ресурсов, картографии, отслеживать изменения тактической обстановки при решении задач национальной безопасности. Трасса выведения космических аппаратов на эту орбиту проходит как над территориями с очень высокой плотностью населения и интенсивной хозяйственной деятельностью, так и над практически безлюдными районами Северного Казахстана, Южного, Среднего и Северного Урала.

Первая ступень падает в Казахстане, вторая ступень и головной обтекатель ракеты-носителя – на Северном Урале, на границе Свердловской области и Пермского края, где определен район падения (РП) отделяющихся частей (ОЧ) ракет-носителей (РН) общей площадью 2206,4 км<sup>2</sup> с координатами центра РП 60°00' с. ш.; 58°54' в. д.

Вторая ступень и головной обтекатель ракеты-носителя «Союз» отделяются на высоте 100–120 км и разрушаются при вхождении в плотные слои атмосферы на высоте 20–40 км в зависимости от аэродинамических факторов. Невыработанные остатки топлива распыляются в атмосфере после разрушения ступени, капли топлива испаряются и разносятся атмосферными потоками [22]. Распыленные в воздухе остатки топлива постепенно оседают на территории всего района падения. При прохождении сквозь плотные слои атмосферы отделившаяся ступень распадается на отдельные фрагменты, температура их значительно повышается, и предполагается, что все оставшееся топливо (авиационный керосин) при этом выгорает, и при падении обломков на поверхность земли может происходить лишь незначительное повреждение покровов природной среды. Однако существует определенная вероятность того, что топливо не сгорит полностью и его остатки разливаются в месте падения фрагментов отделяющихся частей ракет-носителей. В связи с этим во время каждого пуска ракеты-носителя для обеспечения безопасности населения необходим контроль состояния природной среды района падения ОЧ РН, и в первую очередь – оценка загрязнения природной среды остатками ракетно-космического топлива. Авторы статьи являются ответственными исполнителями комплекса работ по экологическому мониторингу территории района падения ОЧ РН. На осуществление этой деятельности в 2008 г. получена лицензия Федерального косми-

ческого агентства. Известно, что подобные исследования постоянно проводятся в позиционных районах и районах падения ОЧ РН космодромов Байконур и Плесецк. Методические основы и результаты контроля состояния природной среды на участках, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности, подробно изложены в посвященных этому вопросу публикациях [4, 7, 8, 21].

Отделение вторых ступеней ракет-носителей происходит на значительной высоте (100–120 км). При входе в плотные слои атмосферы они, как правило, разрушаются и на землю падают в виде отдельных фрагментов. Разрушение ступени может происходить по двум причинам: аэродинамические перегрузки или взрыв остатков топлива в баках от перегрева при входе в плотные слои атмосферы. Падение вторых ступеней ракет-носителей не сопровождается проливом топлива на почву, возможно лишь исключительно точечное загрязнение под фрагментами ОЧ, в полостях которых может оставаться некоторое количество топлива [8]. В целом опасность загрязнения керосином – топливом РН «Союз» – невелика: класс опасности его в воздухе – 4, для воды водных объектов, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 4, для воды водных объектов рыбохозяйственного значения – 3. И все же контроль состояния природной среды в новых географических районах, а значит и особых природных условиях, необходим, в том числе и в социальном аспекте.

Территория района падения второй ступени и головной обтекателя труднодоступна и практически не заселена, охватывает горную систему основного водораздела с истоками и территорией водосбора рек, относящихся как в Камскому, так и к Обскому бассейну. Последнее обстоятельство особенно обуславливает необходимость строжайшего контроля состояния природной среды, поскольку формирующиеся на этой территории реки обеспечивают водой населенные пункты ниже по течению, вне районов падения ОЧ РН.

Мониторинг состояния природной среды района падения ОЧ РН ведется с 2006 г. В качестве параметров наблюдений используются депонирующие среды (почва, снег, вода водных объектов) и наиболее доступные для экспресс-оценки биоиндикаторы [12].

Почва и снежный покров – легкодоступные депонирующие среды, по состоянию которых возможно проводить ориентировочную оценку степени атмосферного загрязнения. И если почва является весьма устойчивой стабильной структурой, и ее состояние отражает в основном длительное, многолетнее накопление продуктов атмосферного загрязнения, то снеговой покров формируется и накапливает поступающие вещества за непродолжительный и конкретный период.

Отбор проб и их анализ на содержание нефтепродуктов осуществляли согласно соответствующим требованиям ГОСТ. Анализ на содержание нефтепродуктов проведен согласно стандартным методикам на базе ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Уральскому Федеральному округу» (Екатеринбург) и КГБУ «Аналитический центр» (Пермь). При анализе загрязнения снежного покрова, как и воды водных объектов, точкой отсчета являлось значение предельно допустимой концентрации (ПДК) нефтепродуктов в воде по нормам

СанПиН, равное 1 мг/дм<sup>3</sup>, а также ПДК для воды рыбохозяйственных объектов, равное 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. При анализе результатов исследования содержания нефтепродуктов в почвах были приняты ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) легких нефтепродуктов для почв, характерных для Северного Урала, имеющих низкую скорость разложения углеводородов, составляющие 2000 мг/кг [11].

Территория района падения ОЧ РН и точки отбора проб при контроле состояния природной среды представлены на рис. 1.

### Регулярный (фоновый) мониторинг состояния природной среды района падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз»

#### Снежный покров

Снег, накопившийся за определенный период, сохраняет всю информацию о составе выпавших в это время атмосферных осадков. На территории Северного Урала снежный период достигает семи, а в горной местности – девяти месяцев и более, и

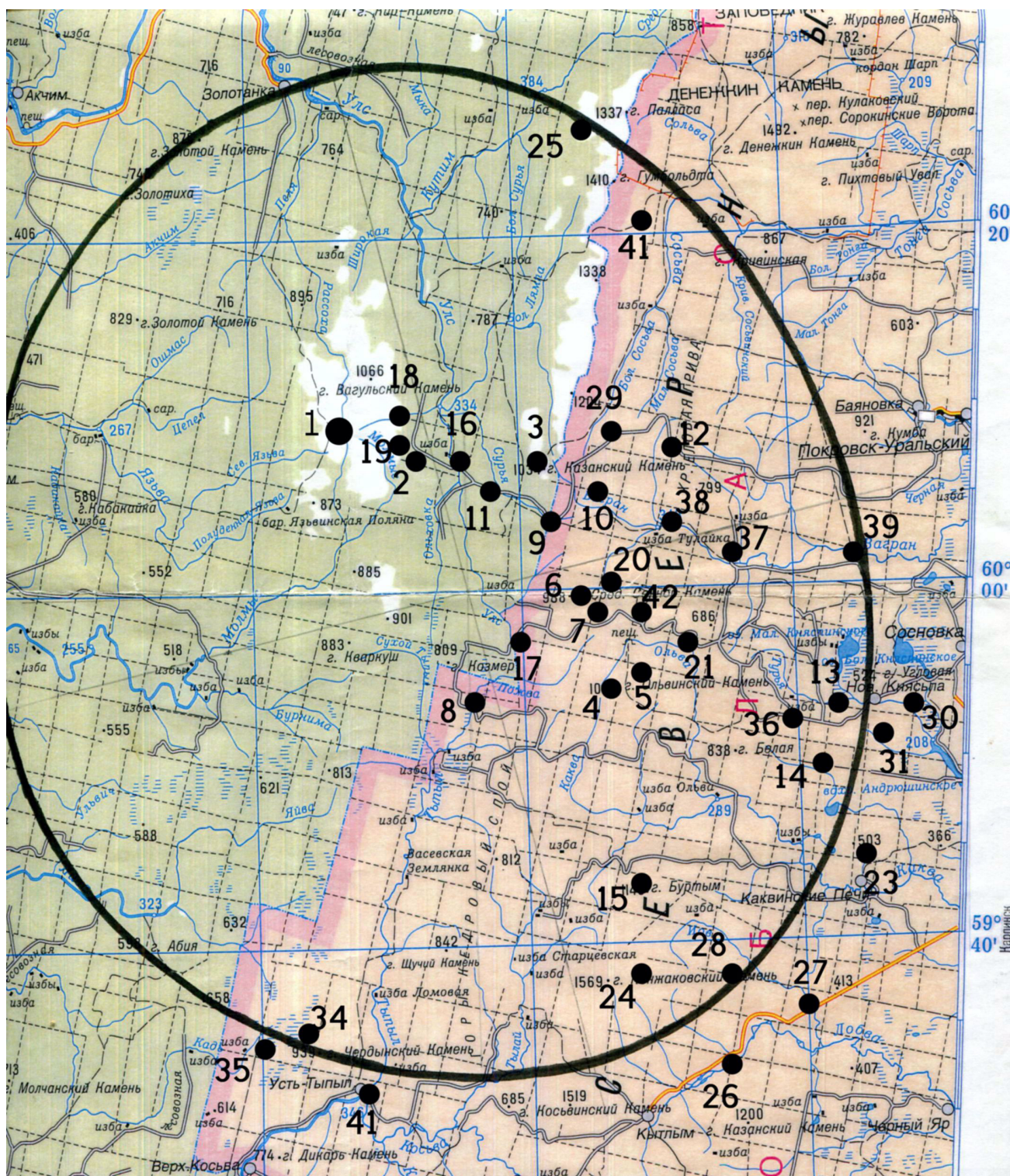


Рис. 1. Район падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз»

все выпавшие за это время загрязняющие вещества фиксируются снегом и сохраняются до снеготаяния. Анализ химического состава суммарного снежного покрова (сохранившегося за весь снежный период) позволяет определить наличие загрязнения, его характер и степень.

Отбор проб суммарного снежного покрова для оценки содержания нефтепродуктов производился в конце марта – начале апреля, в некоторые годы – летом из сохранившихся снежников. Пробы отбирались по всей территории района падения ОЧ РН «Союз». Цель – проследить динамику состояния снежного покрова в конкретных точках – не ставилась. Для сравнения аналогичные исследования проведены вне района падения ОЧ РН, на значительно отдаленной территории, практически не подверженной антропогенному воздействию: горный массив Молебный Камень, гора Ауспи-Тумп, реки Ауспия и Лозьва.

На всех исследованных участках, как в районе падения ОЧ РН, так и на контрольных территориях, загрязнение суммарного снежного покрова ракетно-космическим топливом не обнаружено, причем в большинстве проб содержание нефтепродуктов не превышает ПДК для воды рыбохозяйственных объектов. Различия в степени загрязнения снежного покрова на территории РП и контрольной территории не обнаружены (табл. 1).

Для Уральских гор в целом и для Северного Урала в частности характерна своеобразная высотная поясность, которую необходимо учитывать при изучении специфики природной среды, – верхние пояса гор особенно уязвимы [2]. Для постоянных исследований состояния природной среды района падения ОЧ РН в качестве реперного участка выбран восточный склон хребта Кваркуш – территория, близкая к расчетному центру района падения, доступная в летний период и включающая различные элементы высотной поясности, присущей району падения в целом [15]. Проведены исследования почв, произведена оценка состояния воды водных объектов на

основании исследования динамики численности индикаторного объекта – личинок ручейника, прослежена многолетняя динамика состава и численности мелких млекопитающих, изучена возможность использования в качестве биоиндикатора нефтяного загрязнения зеленых напочвенных мхов и дереворазрушающих грибов.

#### Почвы

Исследованы почвы альпийского (горно-тундрового), субальпийского (криволесий) и горно-таежного поясов [6]. В альпийском поясе доминируют серогумусовые глееватые, перегнойно-темногумусовые глееватые почвы и сухоторфяно-подбуры оподзоленные. В субальпийском поясе широко представлены буроземы типичные и оподзоленные, а также литоземы перегнойные. В горно-таежном поясе – подзолистые перегнойные глееватые почвы, петроземы типичные, а также буроземы типичные. Определены значения содержания нефтепродуктов для почв территории РП и прилегающих территорий: от 0,03 до 420 мг/кг, что не превышает ОДК легких нефтепродуктов для почв, характерных для Северного Урала. Динамика содержания нефтепродуктов в пробах почв за период исследований не выявлена. Основные химические свойства остались в пределах типичных показателей для исследованных почв, незначимые отклонения показателей связаны с пространственной неоднородностью свойств почвенного покрова в целом. Мощности торфяно-подстилочных, перегнойных и серогумусовых горизонтов не изменились. Степень разложения органики соответствует типу почв. Никаких признаков загрязнения почв нефтепродуктами не выявлено. Полученные значения приняты как средние фоновые содержания нефтепродуктов для почв исследованных территорий.

#### Вода водных объектов

Все ручьи и реки района падения ОЧ РН имеют ярко выраженный характер горных водотоков, собирающих свои воды в основном за счет таяния снега,

Табл. 1

**Контроль содержания нефтепродуктов (мг/дм<sup>3</sup>) в суммарном снежном покрове на территории района падения ОЧ РН «Союз» (Северный Урал)**

Место отбора проб	Март 2007	Апрель 2008	Апрель 2009	Апрель 2010	Июнь 2013	Июль 2014
1 хребет Кваркуш	–	–	0,06	–	–	–
3 гора Казанский камень	0,05	–	–	–	–	–
5 гора Ольвинский камень	0,09	0,14	0,06	0,05	0,024	0,027
6 гора Сенной камень	–	0,299	0,05	–	–	–
7 гора Сенной камень (склон)	–	–	–	0,08	–	–
10 река Вагран	0,05					
12 хребет Еловая грива	0,75		0,07			
15 гора Буртым	0,93	0,19				
25 Главный Уральский хребет					0,049	0,016
29 хребет Сосьвинский камень			0,07			
река Ауспия	0,05					
река Лозьва	0,05					
гора Ауспи-Тумп (склон)	0,09					
гора Ауспи-Тумп	0,08					

ПДК нефтепродуктов по нормам Сан ПиН – 1 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК нефтепродуктов для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

в меньшей степени – из родников. В связи с этим следует отметить, что результаты проведенных исследований воды водных объектов отражают не только состояние непосредственно речной системы, но и уровень атмосферного загрязнения в предшествующий снежный период. Во всех исследуемых водотоках содержание нефтепродуктов не превышает ПДК. Значимые изменения содержания нефтепродуктов в воде водных объектов района падения ОЧ РН на протяжении лет наблюдений не выявлены [17]. Следует отметить, что зафиксировать конкретное разовое воздействие загрязнения на состав воды невозможно: разбавление концентраций и перемещение водного потока при стоковых процессах при малых дозах делают загрязнение практически неуловимым. Кроме того, присутствие нефтепродуктов в воде естественных водоемов обусловлено их условиями: некоторые количества углеводородов естественного происхождения могут поступать в воду в результате прижизненных выделений растительными и животными организмами, а также являются результатом их посмертного разложения. Однако следует учитывать, что даже малые и кратковременные воздействия химических загрязнителей, в том числе и нефтепродуктов, оказывают значимое воздействие на живые организмы. Состав донного населения водоемов относительно постоянен, пока находится в условиях, в которых он сформирован. В загрязненных же водоемах из его состава выпадают не только отдельные виды, но и целые группы беспозвоночных животных, и качественные и количественные характеристики зообентоса могут служить хорошими, а в ряде случаев единственными показателями загрязнения водоемов разного типа [1]. С учетом того, что в горных районах водосбор формирующихся рек охватывает значительную территорию, оценка состояния донного населения может быть использована для контроля состояния природного комплекса в целом.

Для оценки состояния макрозообентоса как индикаторного показателя состояния природной среды в 2013 г. проведены исследования на трех реках района падения ОЧ РН: р. Улс, р. Жиголан и р. Крив-Вагранский. Эти реки расположены в зоне наиболее вероятного воздействия пусков ракет-носителей, вблизи мест обнаружения фрагментов ОЧ РН [16]. Количественные показатели зообентоса определяют амфибиотические насекомые, которые составляют 98,3–99,2% общей численности и 99,0–99,6% суммарной биомассы беспозвоночных. Основу численности составляют хирономиды, поденки, мошки, жуки и веснянки. Ведущую роль в создании биомассы играют поденки, ручейники, мошки. На основе качественных и количественных показателей зообентоса рассчитаны ин-

дексы качества вод, которые свидетельствуют о том, что обследованные створы рек характеризуются как очень чистые – 1-й класс качества вод [24].

#### Индикаторная группа водных беспозвоночных

Доминирующая группа донного населения, личинки ручейника рода *Stenophylax*, распространенная по всем водоемам исследованной территории, заселяет чистые природные водоемы: ручьи, горные потоки, большие олиготрофные озера и равнинные реки [14, 24]. Эти организмы относятся к олигосапробам, они чувствительны к повышенному содержанию химических веществ в водной среде и при загрязнении естественных экосистем сигнализируют о начале их деградации уже на самых ранних стадиях процесса – сокращается видовой состав этой группы зообентоса и снижается их биопродуктивность [25, 26]. Эта особенность позволила использовать данную группу в качестве биоиндикатора состояния текучих вод территории района падения ОЧ РН, а также всего природного комплекса их водосбора.

Численность личинок ручейника регистрировалась в конце июня – начале августа на трех экспериментальных участках среднего течения р. Улс с синхронным контролем загрязнения водотока нефтепродуктами как вероятным загрязнителем при падении фрагментов ОЧ РН «Союз».

Во все годы исследований отмечена практически стабильно высокая численность личинок ручейников (табл. 2). Исключение представляют сборы, произведенные в августе 2011 и 2014 гг., когда было зафиксировано снижение количества организмов-индикаторов на фоне стабильно низких концентраций нефтепродуктов в воде. Обнаруженное снижение численности личинок ручейников, вероятно, связано с онтогенетическими особенностями этих гидробионтов: личинки к этому времени перешли в стадию куколки, и частично произошел вылет имаго, о чем свидетельствовали пустые чехлики, обнаруженные на дне реки.

Результаты мониторинга состояния индикаторного вида – личинок ручейника, убедительно подтверждают вывод об отсутствии загрязнения водотока реки Улс и, следовательно, об отсутствии загрязнения на территории ее истоков, формирующихся в основном за счет таяния снегов, и ее водосбора. Следует отметить, что ранее в модельном эксперименте влияния нефтепродуктов на выживаемость личинок ручейника были обнаружены различия в их выживаемости при различных концентрациях нефтепродуктов [19]. Таким образом, личинки ручейника могут быть использованы при биоиндикации загрязнения водной среды района падения ОЧ РН: они типичны

Табл. 2

**Контроль концентрации нефтепродуктов (мг/л) в воде реки Улс и численности населяющих ее личинок ручейников**

Показатели	Июль 2009	Июнь 2010	Август 2011	Июль 2012	Июль 2013	Август 2014
Концентрация нефтепродуктов, мг/л	0,026–0,048	0,03–0,05	0,010–0,011	0,008–0,010	0,09–0,12	0,09–0,16
Численность личинок ручейников, особи/м <sup>2</sup>	380–420	350–400	150–300	340–400	370–410	250–350

ПДК нефтепродуктов по нормам Сан ПиН – 1 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК нефтепродуктов для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

для сообщества водных беспозвоночных рек Северного Урала, многочисленны, легко обнаруживаются в природной среде, чувствительны к содержанию органических токсикантов. Единственным условием использования этой группы гидробионтов в качестве биоиндикатора является необходимость учитывать ее экологические и фенологические особенности: в течение года численность личинок ручейника может колебаться в большом диапазоне. Необходимо учитывать особенности биологии развития индикаторных организмов, проводить исследования следует в оптимальные сроки активности выбранной фазы водных беспозвоночных с учетом особенностей климатических условий.

#### Мохово-лишайниковый покров

Мохово-лишайниковый покров, в достаточной степени представленный во всех типах экосистем Северного Урала, обладает высокой сорбционной способностью и является типичным индикатором загрязнения окружающей среды. На сегодняшний день определено фоновое содержание нефтепродуктов в напочвенном моховом покрове, типичном для горной тундры Северного Урала. Полученные значения ( $1181 \pm 248$  мг/кг в зеленом мхе и  $541 \pm 114$  мг/кг в отмерших нижних слоях мохового покрова) в дальнейшем, при осуществлении приема фрагментов ОЧ РН на территории РП, могут быть использованы в качестве фоновых при дальнейших исследованиях загрязнения природной среды нефтепродуктами, как в результате ракетно-космической деятельности, так и при все усиливающемся активном освоении территории [20].

#### Дереворазрушающие грибы

Эти организмы также весьма показательны в плане оценки состояния природной среды. Исследования были проведены И.В. Ставишенко [23] в 2013–2014 гг. на участках еловых и елово-пихтовых лесов. Выявлен 51 вид ксилотрофных афиллофоровых грибов, 7 из которых являются редкими, индикаторными для старых мало нарушенных хвойных лесов: *Amylocystis lapponica*, *Ganoderma lucidum*, *Inonotus leporinus*, *Phellinus weirii*, *Pycnoporellus fulgens*, *Rigidoporus crocatus*, *Skeletocutis odora*. Соответствие между выявленными ценопараметрами генеративной и конкурентной активности видов микокомплексов хвойных консорциев участков леса в районе падения ОЧРН и таковыми на участках ненарушенных лесов близкого географического района, расположенных на сходных высотах рельефа (склон г. Денежкин Камень), свидетельствует об отсутствии загрязнения ракетно-космическим топливом. К сожалению, проведение подобных исследований требует участия специалиста высокого класса, что далеко не всегда возможно.

#### Мелкие млекопитающие

На реперном участке района падения ОЧ РН «Союз» (восточный склон хр. Кваркуш) отмечено присутствие трех видов лесных полевок, пашенной полевки, лесной мышовки, лесного лемминга и бурозубок. Результаты исследований состава и динамики численности мелких млекопитающих свидетельствуют, что численность мелких млекопитающих на данной территории низка и подвержена значительной динамике, что в целом обычно для горных территорий Северного Урала [3]. Данное обстоятельство в значительной

степени усложняет использование этой группы животных в качестве индикаторного объекта состояния природной среды района падения ОЧ РН [12].

### **Экологическое сопровождение пусков ракет-носителей «Союз» и падения фрагментов их отделяющихся частей на территории Северного Урала**

Ко времени подготовки этой публикации в северном направлении с космодрома Байконур произведено 9 пусков ракет-носителей «Союз»: в октябре и декабре 2006, декабре 2007, сентябре 2009, июне и сентябре 2012, июне 2013, июле и декабре 2014 г.

При каждом пуске ракет-носителей на территории района падения прежде всего осуществлялся визуальный контроль состояния природных комплексов: выявление аномальных проявлений почвенно-растительного покрова, повреждения участков леса, пожаров и т. п. Какие-либо значимые изменения в связи с падением фрагментов ОЧ РН не отмечены. Фрагменты ОЧ РН, створки головного обтекателя или их обломки обнаружены юго-восточнее расчетного центра района падения – на территории Свердловской области в районе Сенных гор, Ольвинского Камня, северной оконечности Кедрового Споя, верховьев рек Улс и Пожва.

Уровень загрязнения природной среды компонентами топлива при падении ОЧ РН оценивается при сравнении содержания нефтепродуктов в пробах депонирующих сред, отобранных в контрольных точках наблюдений, в зоне вероятного падения фрагментов ОЧ РН до и после пуска и при обнаружении фрагментов – непосредственно из-под фрагмента. В качестве контрольных точек наблюдений выбраны наибольшие горные высоты как наиболее подверженные загрязняющему аэрогенному воздействию и выраженные межгорные понижения, где загрязнение аккумулируется за счет переноса при стоковых процессах. Места отбора проб за весь период мониторинга природной среды отмечены на рис. 1. Отбор допусковых проб производился за один-два дня до пуска ракеты-носителя, послепусковых – в первый и второй дни после пуска. Результаты экологического сопровождения обобщены в 2014 г. [14].

При экологическом сопровождении пусков ракет-носителей отбирали поверхностные пробы снега (0–3 см) с площади 1–2 м<sup>2</sup>. Отобранные пробы после подготовки практически сразу отправляли в аналитическую лабораторию. Результаты оценки содержания нефтепродуктов представлены в табл. 3. Установлено, что загрязнение снега практически отсутствует в целом по всей обследованной территории на протяжении всего времени наблюдений: уровень содержания нефтепродуктов во всех пробах снежного покрова не превышает предельно допустимых концентраций. Сравнение содержания нефтепродуктов в допусковых и послепусковых пробах также не выявило каких-либо закономерных различий, что позволяет делать вывод об отсутствии загрязнения снежного покрова в результате пуска ракеты-носителя «Союз» и падения на исследуемую территорию фрагментов его отделяющихся частей.

В летнее время в ходе экологического сопровождения пусков РН «Союз» оценивалось содержание ракетно-космического топлива до и после пуска в верхних слоях почвенного покрова (0–5 см) и в поверхностной

**Экологическое сопровождение пусков ракет-носителей.  
Мониторинг содержания нефтепродуктов в снежном покрове на территории района падения (РП)  
отделяемых частей ракеты-носителя «Союз» на Северном Урале**

№ точки	Место отбора проб	Октябрь 2006		Декабрь 2006		Декабрь 2007		Декабрь 2014	
		До пуска	После пуска	До пуска	После пуска	До пуска	После пуска	До пуска	После пуска
1	Гора Кваркуш			0,10 ± 0,06		0,028 ± 0,016			
3	Гора Казанский камень	0,26 ± 0,05		0,22 ± 0,09		0,110 ± 0,043	0,024 ± 0,007		
4	Гора Ольвинский камень	0,57 ± 0,12	0,74 ± 0,16	0,17 ± 0,07		0,024 ± 0,009	0,015 ± 0,006	0,025 ± 0,009	0,033 ± 0,012
6	Гора Сенной камень						0,112 ± 0,044		
8	Река Пожва						0,022 ± 0,009	0,026 ± 0,009	
9	Граница Европа-Азия							0,027 ± 0,009	
10	Река Вагран			0,17 ± 0,07	0,26 ± 0,10				
11	Река Сурья			0,09 ± 0,05	0,14 ± 0,06				
12	Хребет Еловая грива			0,10 ± 0,06	0,18 ± 0,07				0,031 ± 0,011
13	Озеро Малое Княспинское	0,51 ± 0,11	0,56 ± 0,10	0,13 ± 0,05		0,024 ± 0,005	0,124 ± 0,049		0,024 ± 0,008
14	Озеро Валенторское	0,82 ± 0,17	0,84 ± 0,18	0,12 ± 0,05		0,023 ± 0,064	0,146 ± 0,058		
15	Гора Буртым					0,072 ± 0,015	0,038 ± 0,015		
18	Река Жиголан (1)					0,030 ± 0,006			
21	Река Ольва							0,031 ± 0,011	
22	Река Колонга			0,11 ± 0,04	0,17 ± 0,07				
23	Озеро Березовое					0,068 ± 0,014			
24	Гора Конжаковский камень	0,56 ± 0,12	0,57 ± 0,12	0,07 ± 0,04		0,036 ± 0,014			
25	Главный Уральский хребет			0,11 ± 0,04	0,16 ± 0,03	0,034 ± 0,019			
36	Гора Белая (подножье)							0,027 ± 0,009	
38	Река Тулайка							0,042 ± 0,015	0,025 ± 0,009
39	Восточная граница РП							0,026 ± 0,009	
37	Река Оленья								0,032 ± 0,011
40	Северо-восточная граница РП								0,027 ± 0,009

ПДК нефтепродуктов по нормам Сан ПиН – 1 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК нефтепродуктов для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

воде водных объектов. Концентрации нефтепродуктов в почвах района падения и прилегающих территорий колеблются в пределах 50–207 мг/кг (табл. 4). Сравнительный анализ содержания нефтепродуктов в почвах до и после падения фрагментов ОЧ РН не выявил повышения концентрации. Таким образом,

все полученные данные о содержании нефтепродуктов в почвах можно рассматривать как естественное фоновое содержание углеводородов для почв данной территории, имеющее, вероятно, биогенное происхождение; загрязнения почв в результате падения фрагментов ОЧ РН не происходит.

**Экологическое сопровождение пуска ракет-носителей.  
Мониторинг содержания нефтепродуктов в почве на территории  
района падения ОЧ РН «Союз» на Северном Урале**

Место отбора проб		Сентябрь 2009		Июль 2012		Сентябрь 2012		Июнь 2013		Июль 2014	
		До пуска	После пуска	До пуска	После пуска	До пуска	После пуска	До пуска	После пуска	До пуска	После пуска
1	Гора Кваркуш	До 50		83,6 ± 43,5	78,8 ± 41,0						
3	Гора Казанский камень	196 ± 40,0	207 ± 52,0	130,6 ± 52,2	121,3 ± 48,3			64,1 ± 33,3	75,9 ± 39,5	До 20	До 20
4	Гора Ольвинский камень	138 ± 35,0	141 ± 35,0	108,7 ± 43,5	98,9 ± 51,4			До 20	До 20	48,0 ± 25,0	36,1 ± 19,0
6	Гора Сенной камень	88 ± 18,5	162 ± 41,0	180,2 ± 72,1	137,3 ± 78,9						
7	Гора Сенной камень (склон)					52,9 ± 27,5	48,8 ± 25,4				
8	Река Пожва					71,6 ± 37,2	53,2 ± 27,7				
12	Хребет Еловая грива			82,5 ± 42,9	76,9 ± 40,0	62,2 ± 32,3	35,2 ± 18,3				
14	Озеро Валенторское			45,0 ± 43,5	36,0 ± 18,7						
15	Гора Буртым						49,8 ± 25,9				
16	Река Улс (среднее течение)	88 ± 18,5		49,4 ± 25,7	44,4 ± 23,1						
17	Река Улс (верховье)					39,9 ± 20,8	44,0 ± 22,8				
21	Река Ольва					32,9 ± 17,1	80,7 ± 42,0				
22	Река Колонга					56,0 ± 29,1	46,2 ± 24,0				
24	Гора Конжаковский камень			112,9 ± 45,2	135,1 ± 54,0			51,4 ± 26,7	60,4 ± 31,4	До 20	До 20
5	Главный Уральский хребет			54,4 ± 28,3	54,2 ± 28,2			84,0 ± 43,7	58,1 ± 30,2	До 20	До 20
34	Гора Чердынский камень							78,0 ± 41,0	80,5 ± 41,9		
35	Гора Острый тур							48,5 ± 25,2	До 20		
41	Река Тыпыл							74,1 ± 38,5	92,3 ± 48,0		
42	Гора Козьмер					70,5 ± 36,7	51,2 ± 26,6				

ОДК нефтепродуктов для почв Северного Урала – 2000 мг/кг.

Анализ содержания нефтепродуктов в воде водных объектов до и после пусков ракет-носителей «Союз» также не выявил увеличения содержания нефтепродуктов: послепусковые концентрации практически не отличаются от допусковых. При этом значения, обнаруженные в водотоках на территории района падения ОЧ РН, соответствуют уровню содержания нефтепродуктов в реках и ручьях контрольных территорий (табл. 5).

### Заключение

Результаты комплексного исследования состояния природной среды района падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» свидетельствуют, что длительное, но эпизодическое использование участка территории в этом качестве не имеет негативных последствий для состояния природной среды: загрязнение депонирующих сред не обнаружено ни при осуществлении экологического сопровождения



**Экологическое сопровождение пусков РН.  
Мониторинг содержания нефтепродуктов в воде водных объектов на территории  
района падения отделяемых частей ракеты-носителя «Союз» на Северном Урале**

Место отбора проб		Сентябрь 2009		Июнь 2012		Сентябрь 2012		Июнь 2013		Июль 2014	
		До пуска	После пуска	До пуска	После пуска	До пуска	После пуска	До пуска	После пуска	До пуска	После пуска
4	Гора Ольвинский камень							0,048 ± 0,017	0,023 ± 0,008	0,021 ± 0,007	0,014 ± 0,005
8	Река Пожва					0,006 ± 0,003	0,005 ± 0,003				
10	Река Вагран			0,009 ± 0,005	0,011 ± 0,004						
13	Озеро Большое Княспинское		0,022 ± 0,009	0,026 ± 0,05	0,023 ± 0,05						
14	Озеро Валенторское			0,010 ± 0,004	0,011 ± 0,004						
16	Река Улс (среднее течение)	До 0,05	0,048 ± 0,016								
17	Река Улс (верховье)			0,011 ± 0,004	0,010 ± 0,004						
18	Река Жиголан (1)	До 0,05	0,057 ± 0,019	0,005 ± 0,003	0,008 ± 0,004						
19	Река Жиголан (2)	До 0,05	0,037 ± 0,012	0,007 ± 0,004	0,006 ± 0,003						
20	Ручей на Сенном камне	До 0,05									
21	Река Ольва					0,007 ± 0,005	0,009 ± 0,005				
22	Река Колонга			0,012 ± 0,004	0,011 ± 0,004	0,006 ± 0,003	0,007 ± 0,004				
24	Гора Конжаковский камень							0,011 ± 0,004	0,013 ± 0,005	0,019 ± 0,007	0,011 ± 0,004
25	Главный Уральский хребет							0,051 ± 0,018	0,047 ± 0,017	0,016 ± 0,006	0,016 ± 0,006
41	Река Тыпыл							0,009 ± 0,005	0,012 ± 0,004		

ПДК нефтепродуктов по нормам Сан ПиН – 1 мг/дм<sup>3</sup>; ПДК нефтепродуктов для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

пусков ракет-носителей, ни при исследовании фоновых состояний индикаторных объектов: сообществ и отдельных видов.

При продолжении мониторинговых работ по оценке состояния природной среды при эпизодическом использовании территории в ракетно-космической деятельности для приема отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» достаточными (как наиболее результативные и реально легко выполнимые) являются исследования уровня загрязнения ракетно-кос-

мическим топливом депонирующих сред (снег, вода, почвы и наземные зеленые мхи) и контроль состояния некоторых биоиндикаторов. В качестве последних наиболее результативно могут служить водные беспозвоночные, в частности личинки ручейника, а также зеленые мхи и дереворазрушающие грибы. Мелкие млекопитающие – типичный объект наблюдений при долгосрочных исследованиях состояния биоценозов – в данном случае малопригодны в силу их биологических региональных особенностей.

Авторы выражают признательность коллегам из Института экологии растений и животных УрО РАН, принимавшим участие в выполнении отдельных этапов этой социально значимой и весьма сложной работы: С.Ю. Кайгородовой, Л.Н. Степанову, И.В. Ставишенко и Л.В. Черной.

Работа выполнена по проекту ориентированных фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 13-4-019 КА) и при поддержке Программы развития научных школ (проект НШ – 2840.2012.4).

## Литература

### Список русскоязычной литературы

1. Баканов АИ. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор). Биология внутренних вод. 2000;1:68-82.

2. Большаков ВН, Бердюгин КИ. Мелкие млекопитающие верхних поясов гор Урала. В кн.: Фауна позвоночных Урала и прилегающих территорий. Свердловск, 1986; с. 3-12.

3. Большаков ВН. Изучение и сохранение биологического разнообразия горных регионов. В кн.: Фундаментальные зоологические исследования. Москва – Санкт-Петербург: Товарищество научных изданий КМК, 2004; с. 51-7.

4. Жубатов Ж, ред. Экологическая безопасность деятельности космодрома Байконур. Алматы; 2011.

5. Израэль ЮА. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат; 1984.

6. Кайгородова СЮ, Коркина ИН, Габерштейн ТЮ. Состояние почв и почвенного покрова района падения ОЧ РН «Союз». В кн.: Результаты мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: УИПЦ; 2013, с. 229-45.

7. Касимов НС, Шпигун ОА, ред. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы. М.: Рестарт, 2011.

8. Кондратьев АД, Кречетов ПП, Королева ТВ, Черницова ОВ. Космодром Байконур как объект природопользования. М.: Пеликан, 2006.

9. Кречетов ПП, Королева ТВ, Черницова ОВ. Мониторинг состояния экосистем при осуществлении ракетно-космической деятельности. В кн.: Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности: Материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 18 мая 2011 г. М.: Географический ф-т МГУ; 2011, с. 8-12.

10. Кузнецова ИА, ред. Комплексный экологический мониторинг состояния природной среды особо охраняемых территорий Свердловской области. Екатеринбург: Уральский следопыт; 2008.

11. Кузнецова ИА. Ракетно-космическая деятельность на территории Свердловской области: экологический аспект. Экономика и экология. 2008;4:38-41.

12. Кузнецова ИА. Контроль состояния природной среды объектов наземной космической инфраструктуры на примере РП-401 (Северный Урал, Свердловская область). В кн.: Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности. Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 18 мая 2011 г. М.: Географический факультет МГУ; 2011, с. 37-42.

13. Кузнецова ИА. Основные принципы организации комплексного экологического мониторинга состояния природной среды на Урале. В кн.: Природное наследие Урала. Разработка концепции регионального атласа. Екатеринбург: УрО РАН; 2012, с. 65-73.

14. Кузнецова ИА, Городилова ЮВ. Экологическое сопровождение пусков ракет-носителей «Союз» на территории Северного Урала. В кн.: Итоги мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета; 2014.

15. Кузнецова ИА, Городилова ЮВ. Район падения ОЧ РН «Союз» на территории Северного Урала. В кн.: Результаты мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: УИПЦ; 2013, с. 225-8.

16. Кузнецова ИА, Степанов ЛН, Черная ЛВ. Оценка последствий долгосрочного воздействия ракетно-космической деятельности на природную среду района падения отделяющихся частей ракет-носителей на территории Северного Урала. Успехи современного естествознания. 2014;12:131-6.

17. Кузнецова ИА, Черная ЛВ. Ракеты летят через Урал. Вестн. Урал. отд. РАН Наука, общество, человек. 2011;35(1):41-50.

18. Кузнецова ИА, Черная ЛВ. Оценка загрязнения нефтепродуктами водных объектов в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» на территории Северного Урала. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2011;2:83-91.

19. Кузнецова ИА, Черная ЛВ, Синева НВ. Оценка влияния нефтепродуктов на выживаемость личинок ручейника в эксперименте. Успехи современного естествознания. 2012;12:97-8.

20. Кузнецова ИА, Холостов СБ. Листостебельные мхи как биоиндикаторы нефтяного

загрязнения природной среды района падения отделяющихся частей ракет-носителей. Успехи современного естествознания. 2013;6:98-101.

21. Пузанов АВ, Горбачев ИВ, Архипов ИА. Оценка воздействия РКД на экосистемы Алтае-Саянской горной страны (1998–2010 годы). Мир науки, культуры, образования. 2010;24(5):262-5.

22. Сосунова ИА, Мамонов НЕ, Крестникова СИ. Российская космонавтика: социальная отдача и социально-экологические проблемы в зеркале общественного мнения. М.: РЭФИА; 2004.

23. Ставищенко ИВ. Характеристика сообществ дереворазрушающих грибов. В кн.: Результаты мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: УИПЦ; 2013, с. 75-124.

24. Степанов ЛН. Видовой состав донной фауны рек района падения ОЧ РН «Союз». В кн.: Результаты мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: УИПЦ; 2013. с. 264-71.

#### Общий список литературы / References

1. Bakanov AI. [The use of zoobenthos for monitoring of freshwater basins (review)]. *Biologiya Vnutrennikh Vod.* 2000;1:68-82. (In Russ.)

2. Bolshakov VN, Berdyugin KI. [Small mammals of the upper mountain belts of the Urals]. In: *Fauna Pozvonochnykh Urala i Prilegayushchikh Territoriy. Sverdlovsk;* 1986, p. 3-12. (In Russ.)

3. Bolshakov VN. [The study and the conservation of biological diversity in mountain regions]. In: *Fundamentalnye Zoologicheskiye Issledovaniya. Moscow-Saint-Petersburg: KMK;* 2004. p. 51-57. (In Russ.)

4. Zhubatov Zh, editor. *Ekologicheskaya bezopasnost deyatel'nosti kosmodroma Baykonur [Ecological safety of activity of the Baykonur].* Almaty; 2011. (In Russ.)

5. Izrael YuA. *Ekologiya i Kontrol Sostoyaniya Prirodnoy Sredy [Ecology and Control of Natural Environment].* Moscow: Gidrometeoizdat; 1984. (In Russ.)

6. Kaygorodova SYu, Korkina IN, Gaberstein TYu. [Soil and soil cover conditions of the area falling of the separating parts of the booster rocket «Soyuz»]. In: *Rezultaty Monitoringa Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhranyaemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti. Yekaterinburg: UIPC;* 2013, p. 229-45. (In Russ.)

7. Kasimov NS, Shpigun OA, editors. *Ekologicheskii Monitoring Raketno-Kosmicheskoy Deyatel'nosti. Principy i Metody [Environmental Monitoring of Space Rocket Activity. Principles and Methods].* Moscow: Restart, 2011. (In Russ.)

8. Kondratyev AD, Krechetov PP, Koroleva TV, Chernitsova OV. *Kosmodrom Baykonur Kak Ob'ekt Prirodopolzovaniya [Baykonur Cosmodrome as an*

*Object of Nature Management].* Moscow: Pelikan; 2006. (In Russ.)

9. Krechetov PP, Koroleva TV, Chernitsova OV. [Monitoring of ecosystems under the conditions of the implementation of space-rocket activity]. In: *Obespecheniye Ekologicheskoy Bezopasnosti Raketno-Kosmicheskoy Deyatel'nosti. Materialy Mezhdunarodnoy Naucno-Prakticheskoy Konferentsii. Moskva, 18 Maya 2011. Moscow: Geograficheskii Fakultet Moskovskogo Gosudarstvennogo Universiteta;* 2011. p. 8-12. (In Russ.)

10. Kuznetsova IA, editor. *Kompleksnyy ekologicheskii monitoring sostoyaniya prirodnoy sredy osobo okhranyaemykh territoriy Sverdlovskoy oblasti [Integrated ecological monitoring of natural environment of the Sverdlovsk region protected areas].* Yekaterinburg : *Uralskiy Sledopyt;* 2008. (In Russ.)

11. Kuznetsova IA. [Space-rocket activity on the Sverdlovsk region territory: the environmental aspect]. *Ekonomika i Ekologiya.* 2008;4:38-41. (In Russ.)

12. Kuznetsova IA. [Monitoring of the conditions of natural environment objects of ground space infrastructure as exemplified with RP-401 (the Northern Urals, Sverdlovsk Region)]. In: *Obespecheniye Ekologicheskoy Bezopasnosti Raketno-Kosmicheskoy Deyatel'nosti. Materialy Mezhdunarodnoy Naucno-Prakticheskoy Konferentsii. Moskva, 18 Maya 2011. Moscow: Geograficheskii Fakultet Moskovskogo Gosudarstvennogo Universiteta;* 2011. p. 37-42. (In Russ.)

13. Kuznetsova IA. [Basic principles of complex environmental monitoring in the Urals]. In: *Prirodnoye Nasledie Urala. Razrabotka Konceptsii Regional'nogo Atlasa. Yekaterinburg: Uralskoye Otdeleniye Rossiyskoy Akademii Nauk;* 2012. p. 65-73. (In Russ.)

14. Kuznetsova IA, Gorodilova YuV. [Ecological maintenance of launching booster rockets «Soyuz» on the territory of the Northern Urals]. In: *Itogi Monitoringa Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhranyaemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti. Yekaterinburg: Uralskiy Gosudarstvennyi Universitet;* 2014. (In Russ.)

15. Kuznetsova IA, Gorodilova YuV. [The area of falling of separating parts of the booster rockets «Soyuz» in the territory of Northern Urals]. In: *Rezultaty Monitoringa Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhranyaemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti. Yekaterinburg: UIPC* 2013. p. 225-8. (In Russ.)

16. Kuznetsova IA, Stepanov LN, Chernaya LV. [Evaluation of the long-term effects of space-rocket activity on the natural environment of the area separating parts of rockets on the territory of the Northern Urals]. *Uspekhi Sovremennogo Yestestvoznaniya.* 2014;12:131-6. (In Russ.)

17. Kuznetsova IA, Chernaya LV. [Rockets fly over the Urals]. *Vestnik Uralskogo Otdeleniya Rossiyskoy Akademii Nauk: Nauka, Obschestvo, Chelovek.* 2011;1(35):41-50. (In Russ.)

18. Kuznetsova IA, Chernaya LV. [Evaluation of oil pollution of water basins in the area of falling

of separating parts of the booster rockets “Soyuz” on the territory of the Northern Urals]. *Vodnoye Khozyaystvo Rossii: Problemy, Tekhnologii, Upravleniye*. 2011;2:83-91. (In Russ.)

19. Kuznetsova IA, Chernaya LV, Sineva NV. [Experimental assessment of the impact of petroleum products on the survival of caddis larvae]. *Uspekhi Sovremennogo Yestestvoznaniya*. 2012;12:97-8. (In Russ.)

20. Kuznetsova IA, Kholostov SB. [Mosses as bioindicators of petroleum pollution of the natural environment of the area of falling of separating parts of booster rockets]. *Uspekhi Sovremennogo Yestestvoznaniya*. 2013;6:98-101. (In Russ.)

21. Puzanov AV, Gorbachev IV, Arkhipov IA. [Assessment of the impact of space rocket activity on Altai-Sayan mountain ecosystems (1998–2010)]. *Mir Nauki, Kultury, Obrazovaniya*. 2010;5(24):262-5. (In Russ.)

22. Sosunova IA, Mamonov NE, Krestnikova SI. *Rossiyskaya Kosmonavtika: Socialnaya Otdacha i Socialno-Ekologicheskiye Problemy v Zerkale Obshchestvennogo Mneniya* [Russian Space Program: Social Impact and Social-Environmental

Problems in the Mirror of Public Opinion]. Moscow: REFIA, 2004. (In Russ.)

23. Stavishenko IV. [Characteristics of the communities of wood-destroying fungi]. In: *Rezultaty Monitoringa Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhranyaemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti*. Yekaterinburg: UIPC 2013. p. 75-124. (In Russ.)

24. Stepanov LN. [Species composition of the fauna of rivers within the area of falling of detachable parts of Zoyuz booster rockets] In: *Rezultaty Monitoringa Sostoyaniya Prirodnoy Sredy Osobo Okhranyaemykh Prirodnykh Territoriy Sverdlovskoy Oblasti*. Yekaterinburg: UIPC 2013, p. 264-71.

25. Albers P.H. Petroleum and individuals Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. In: D.J. Hoffman, ed. *Handbook of Ecotoxicology*. N.Y.: Lewis Publ.; 2005. p. 341-71.

26. Shubina VN. Caddis flies (Trichoptera) in the benthos and food of fish from streams of the Pechora-Ilych State Biosphere Reserve, the northern Urals. *Russian Journal of Ecology*. 2006;37(5):352-8.

