

# КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ К ВОЗДЕЙСТВИЮ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА

*Пузанов А.В., Ловцкая О.В., Курепина Н.Ю.*

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

Для программно-технического комплекса обработки, отображения и передачи информации системы экологического обеспечения эксплуатации космодрома «Восточный» разработана серия карт, вошедшая в тематическую базу данных по экологической устойчивости компонентов окружающей среды к воздействию космического ракетного топлива.

Устойчивость является одним из фундаментальных понятий о развитии природно-территориальных комплексов. Под устойчивостью экологической системы понимают ее способность сохранять особенности функционирования в пределах естественного колебания параметров под воздействием внешних (в том числе техногенных) факторов [1]. При осуществлении ракетно-космической деятельности на окружающую природную среду оказываются различного рода воздействия, поэтому оценка устойчивости компонентов окружающей среды (КОС) на территориях, связанных с эксплуатацией ракетно-космической техники, обязательна в периоды до и после ввода в эксплуатацию космодрома.

Основные виды воздействий ракетно-космической деятельности на окружающую среду можно подразделить на два типа:

1. Физическое воздействие, которое вызывает:

- механическое повреждение почвенного и растительного покровов;
- механическое загрязнение поверхности фрагментами отделяющихся частей.

2. Химическое воздействие, которое проявляется в загрязнении экосистем (почв, растительности, приземного слоя атмосферы и т. д.) космическим ракетным топливом (КРТ), так и продуктами их трансформации или сгорания [2].

Одним из методов отображения результатов мониторинга экологической устойчивости КОС к различным воздействиям является картографический. Он позволяет установить закономерности пространственного размещения явлений, их взаимосвязей, зависимостей и развития. Посредством карт можно получить информацию о расстояниях, направлениях и размерах, определить структуру природно-территориального комплекса, выявить и количественно оценить негативное влияние на него.

Данный метод применен для оценки устойчивости наземных экосистем в предполагаемых районах осуществления ракетно-космической деятельности на космодrome «Восточный». Картографические материалы вошли в состав тематического блока по экологической устойчивости КОС к воздействию КРТ и технологическим процессам ликвидации последствий аварийных ситуаций при использовании ракетно-космической техники интегрированной БД для программно-технического комплекса обработки, отображения и передачи информации системы экологического обеспечения эксплуатации космодрома.

Картографическое моделирование выполнено в ГИС, созданной на платформе программного продукта ArcGIS 10.2 (ESRI®). В качестве географической основы для создания тематических карт использовались крупномасштабные топографические карты (М 1:100 000 и 1:200 000, Роскартография).

В тематической БД представлены ландшафтные, почвенные карты и серия оценочных картосхем: экологической устойчивости КОС к воздействиям КРТ, пожароопасности ландшафтов от приземляющихся раскаленных фрагментов отделяющихся частей ракеты-носителя (ОЧ РН) и при аварийных ситуациях, средняя прогнозная емкость поглощения керосина почвами (0-20 см), скорость миграции керосина в верхнем горизонте почв при проливах в летний период, составленных на территорию позиционного района космодрома «Восточный» и на районы падения (РП) ОЧ РН.

В данной статье представлена картографическая оценка 19-ти РП ОЧ РН, которые являются неотъемлемой частью наземной инфраструктуры космодрома «Восточный». Четырнадцать из них расположены на суше, четыре – в акватории Охотского моря и один РП – частично на суше и на море. Они находятся на различном удалении от космодрома и характеризуются отличными друг от друга природно-климатическими условиями и факторами, определяющими особенности пространственной организации ландшафтной структуры.

Устойчивость компонентов окружающей среды к воздействию космического ракетного топлива определялась по совокупности оценок:

- ландшафтов на пожароустойчивость;
- средней прогнозной емкости поглощения керосина почвами (0-20 см);
- скорости миграции керосина в верхнем горизонте почв при проливах в летний период.

На примере одного из РП ОЧ РН (РП № 983) демонстрируется картографическая оценка экологической устойчивости КОС к воздействию ракетного топлива.

РП № 983 находится на юго-западе Республики Саха (Якутия), в континентальной Восточно-Сибирской области умеренного пояса, в южной части Приленского плато, на границе с Алданским нагорьем. Поверхность района однородна. Ее осложняют лишь глубоко врезаемые долины. Характерными чертами рельефа являются широкие плоские или пологоволнистые междуречья. Гидрографическая сеть района принадлежит к бассейну р. Лена и представлена верхними участками р. Алдан, Амга, Туолба и их притоками. Относительно однороден почвенно-растительный покров. Большую часть территории занимают леса. В понижениях распространены лиственничные и лиственнично-сосновые кустарниково-кустарничковые формации. Для повышенных участков характерна сухая лиственничная бруснично-травяная тайга. На отложениях легкого гранулометрического состава встречаются сосновые боры [3].

Для оценки ландшафтов на пожароустойчивость (табл. 1, рис. 1) анализировались характеристики насаждений растительного компонента: видовая, возрастная, пространственная структура и жизненное состояние. Кроме того, учитывались такие важные факторы, как огнестойкость деревьев, строение древостоя по диаметру, фракционный состав и запасы напочвенных лесных горючих материалов.

В большинстве РП фактически вся территория имеет высокую и среднюю степень пожароопасности, на остальных РП она составляет 1/3 территории и менее.

Таблица 1. Оценка пожароопасности ландшафтов от приземляющихся раскаленных фрагментов ОЧ РН и аварийных ситуациях в РП № 983

№ ландшафта на карте	Описание растительного компонента ландшафта	Степень опасности
1	Лиственничники багульниковые, сухие сосново-лиственничные бруснично-травяные леса.	высокая
2	Лиственничники и сосняки лишайниково-толокнянковые и плаунковые.	
3	Экспозиционные сочетания лиственничных багульниково-моховых лесов, лиственничных, нередко с примесью сосны, с ольховником и рододендронном даурским в подлеске, брусничных и бруснично-зеленомошных лесов.	средняя
5	Лиственничные леса и осоково-вейниковые луга.	
4	Кустарниковые заросли из березок тощей и Миддендорфа, участки марей.	низкая

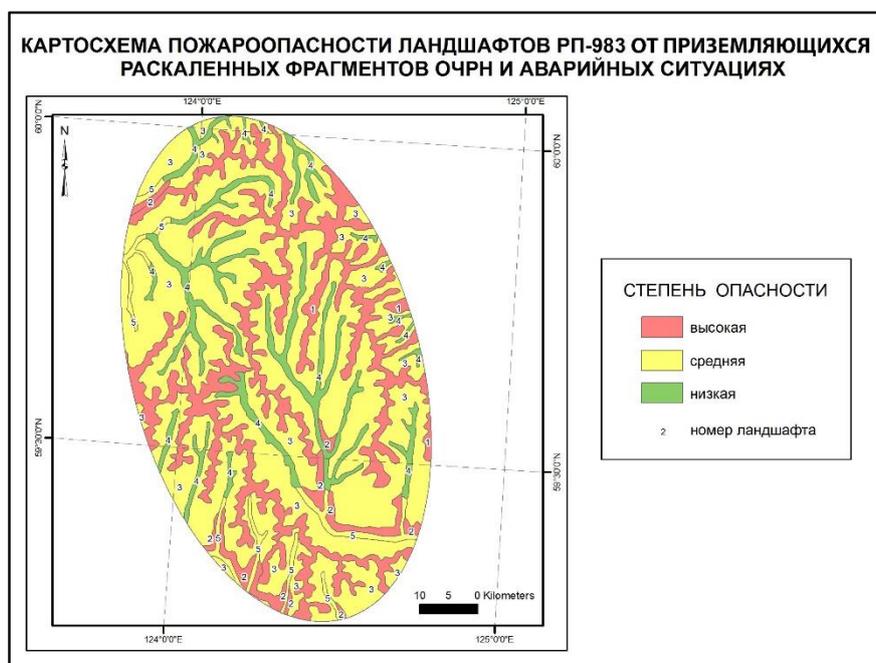


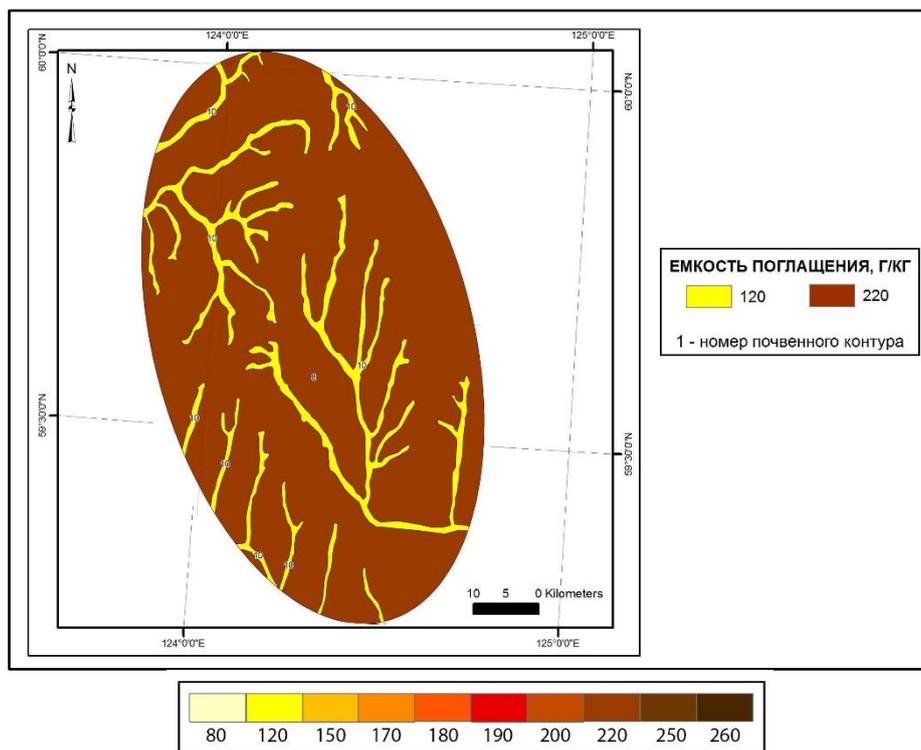
Рис. 2. Картограмма пожароопасности ландшафтов для района падения ОЧ РН № 983

Изучение почв, сопровождаемое большим количеством натуральных исследований и экспериментов, позволило оценить экологическую устойчивость ландшафтов по почвенному компоненту при химическом воздействии. Были установлены средняя прогнозная емкость поглощения керосина почвами (0-20 см) (табл. 2, рис. 2) и скорость миграции керосина в верхнем горизонте почв (25 см) при проливах в летний период (см/мин) (табл. 3, рис. 3). Данные показатели определялись уровнем увлажнения, поглотительной способностью, гранулометрическим составом, сложением, породностью почв; на основе эмпирических данных по результатам вегетационных опытов и полевых экспериментов.

В шести РП из 14-ти емкость поглощения керосина почвами соответствует показателю 220 г/кг и более, в остальных РП данная характеристика равна 170-200 г/кг. Средняя прогнозная скорость миграции керосина на большей части территории семи РП соответствует значениям от 4,7 и выше.

Таблица 2. Показатели емкости поглощения керосина почвами в районе падения ОЧ РН № 983

№ почвенного контура	Описание почвы	Показатели емкости поглощения керосина, г/кг
<i><b>Ландшафты равнинные</b></i>		
8	Мерзлотные перегнойно-карбонатные, дерново-подзолистые остаточнo-карбонатные и подзолистые иллювиально-гумусовые почвы.	220
10	Мерзлотно-таежные оглеенные почвы в сочетании с дерново-луговыми, луговыми мерзлотными и болотно-таежными иловато-глеевыми мерзлотными почвами.	120



Шкала емкости поглощения керосина почвами

Рис. 3. Картограмма средней прогнозной емкости поглощения керосина почвами (0-20 см)

Таблица 3. Показатели скорости миграции керосина в верхнем горизонте почв в районе падения ОЧ РН № 983

№ почвенного контура	Описание почвы	Показатели скорости миграции керосина в верхнем горизонте почв, см/мин
<i>Ландшафты равнинные</i>		
8	Мерзлотные перегнойно-карбонатные, дерново-подзолистые остаточно-карбонатные и подзолистые иллювиально-гумусовые почвы.	3,6
10	Мерзотно-таежные оглеенные почвы в сочетании с дерново-луговыми, луговыми мерзлотными и болотно-таежными иловато-глеевыми мерзлотными почвами.	6,7

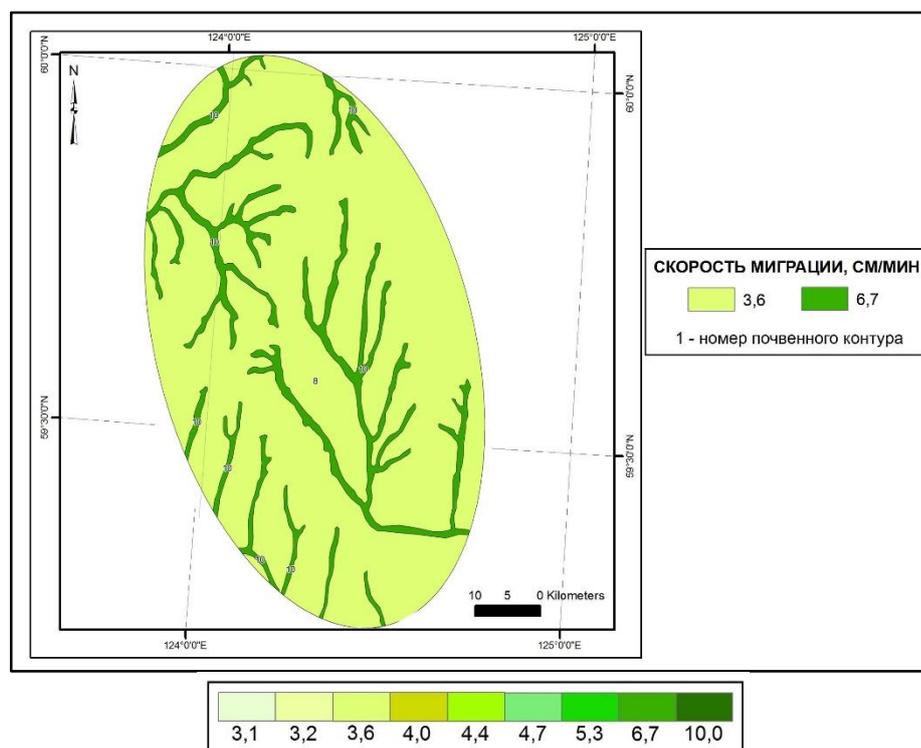


Рис.4. Картограмма скорости миграции керосина в верхнем горизонте почв при проливах в летний период (см/мин)

Программные средства ГИС позволили комплексировать оценочные данные, полученные при выполнении научно-исследовательской работы по оценке устойчивости наземных экосистем к воздействию ракетно-космической деятельности. По полученным результатам показателям составлены картограммы экологической устойчивости КОС к воздействию КРТ (табл. 4, рис. 5).

Таблица 4. Оценка ландшафтов по степени устойчивости компонентов ОС (РП № 983) к воздействию КРТ

№ ландшафта на карте	Описание ландшафта	Степень устойчивости
2	Крутосклонные приречные поверхности с лиственничниками и сосняками лишайниково-толокнянковыми и плаунковыми на маломощных дерново-карбонатных почвах.	высокая
3	Наклонные слаборасчлененные поверхности с термоэрозионными и солифлюкционными формами с экспозиционными сочетаниями лиственничных багульниково-моховых лесов (по северным склонам), лиственничных, нередко с примесью сосны, с ольховником и рододендром даурским в подлеске, брусничных и бруснично-зеленомошных лесов (по южным склонам) на палевых мерзлотно-таежных и подзолистых иллювиально-гумусовых почвах.	
1	Широкие плоские или пологоволнистые междуречья, местами осложненные карстовыми и термокарстовыми западинами, с лиственничниками багульниковыми на мерзлотно-таежных почвах, сухими сосново-лиственничными бруснично-травяными лесами на мерзлотных перегнойно-карбонатных и дерново-подзолистых остаточных карбонатных почвах по редким останцам (карбонатным шапкам).	средняя
5	V-образные эрозионные долины малых рек с лиственничными лесами и осоково-вейниковыми лугами на мерзлотных аллювиальных почвах.	

4	Широкие заболоченные долины малых рек с кустарниковыми зарослями из березок тощей и Миддендорфа (ерниками), участками марей, на болотно-таежных иловато-глеевых мерзлотных почвах.	низкая
---	--	--------

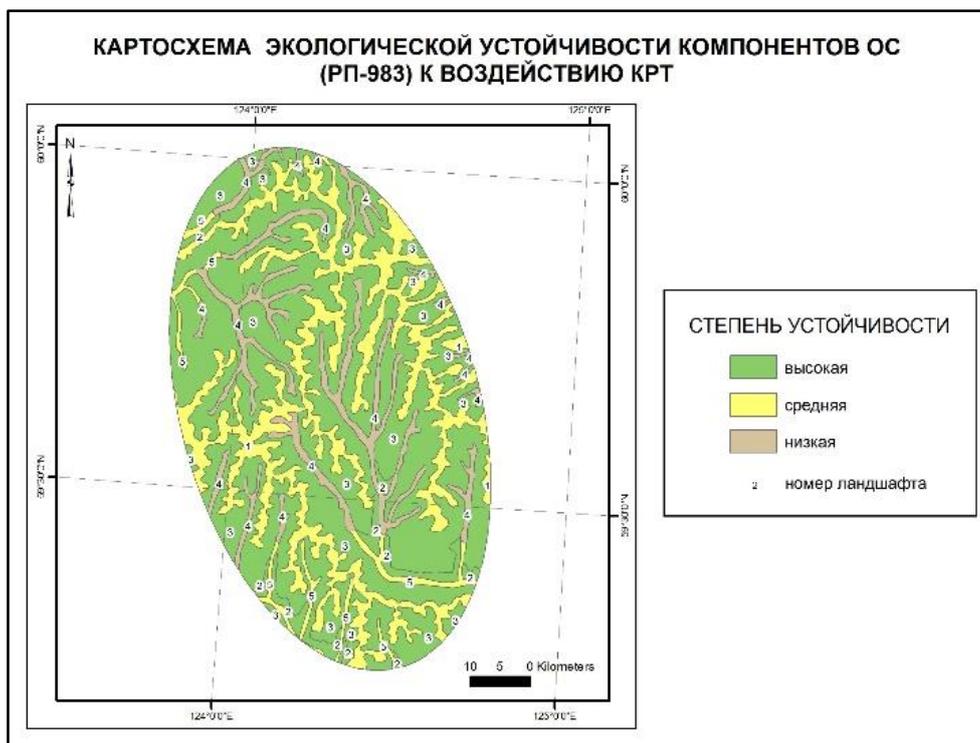


Рис. 5. Картограмма устойчивости КОС к техногенным воздействием на район падения ОЧ РН №983

Выполненная оценка устойчивости наземных экосистем районов падения к воздействию ракетного топлива является основой предполагаемого мониторинга ракетно-космической деятельности на космодроме «Восточный». При этом построенные карты являются конечным продуктом, предназначенным для загрузки в интегрированную базу данных, и допускают корректировку и уточнение при существенном изменении исходных данных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Экологический энциклопедический словарь / пред. ред. кол. В.И. Данилов-Данильян . – М. : Ноосфера, 2002 . – 930 с.*
2. *Фадеев А.С. Прогнозирование экологических последствий космической деятельности космодрома «Восточный» // Вопросы электромеханики, 2012. – т. 129. – № 4. – С. 21-32.*
3. *Дмитриев О.Ю., Пузанов А.В., Самброс В.В., Балыкин С.Н., Горбачев И.В., Алексеев И.А., Шестеркин В.П., Савеленок А.Н. Экологическая оценка состояния окружающей природной среды в районах падения ОЧ РН, планируемых к запуску с космодрома «Восточный» // материалы II всероссийской научно-практической конференции «Космодром «Восточный» - будущее космической отрасли России» (Благовещенск, 26-27 ноября 2013 г.), т. 1, Благовещенск: Из-во БГПУ, 2013. – С. 192-200.*