

УДК 629.735

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИИ АВИАЦИОННОГО ПРОИСШЕСТВИЯ

Е.Ю. СТАРКОВ¹, Н.И. НИКОЛАЙКИН¹, П.И. КЛИМОВ¹

¹МГТУ ГА, г. Москва, Россия

В статье рассмотрены особенности воздействия на окружающую среду продуктов деятельности гражданской авиации на всех стадиях жизненного цикла авиатранспортной услуги. Негативные чрезвычайные авиационные события вносят определенные изменения в жизненный цикл услуги, оказываемой воздушным транспортом, что отражается на негативном экологическом воздействии на окружающую среду места аварии. Требуется комплексный подход к оценке такого воздействия. Количество загрязняющих веществ, попадающих в почву экосистемы на месте падения воздушного судна, может быть значительно уменьшено путем своевременного извлечения методом углеадсорбции авиационных горюче-смазочных материалов и специальных жидкостей, то есть необходима детоксикация почв.

Обоснована целесообразность размещения специального сорбционного барьера, проходящего по границе территории авиационного происшествия и представляющего собой водопроницаемый рукав, наполненный сорбентом. Предложена поэтапная последовательность работ детоксикации и рекомендовано применять их проведение в гражданской авиации в форме обязательной задачи, вменяемой административной подкомиссии, являющейся частью комиссии по расследованию чрезвычайных авиационных событий.

Последовательность работ представлена в виде плана-графика необходимых действий. Предлагается зависимость для расчета количества нефтепродуктов, попадающих в почву в рассмотренных ситуациях.

Ключевые слова: авиация, чрезвычайная ситуация, экосистема, почвы, детоксикация.

Для оценки экологичности воздействия продукта (услуги) в его (ее) полном жизненном цикле необходим масштабный анализ всех возможных видов воздействия на человека и окружающую среду [1], в том числе в аварийных ситуациях, как это показано в работе [2]. Термином «жизненный цикл» (life cycle) в соответствии с действующими международными экологическими стандартами ИСО серии 14 000 называют сумму всех последовательных и взаимосвязанных стадий системы жизненного цикла продукции (услуги) от приобретения или производства из природных ресурсов или сырья до окончательного размещения в окружающей среде всех отходов. Для удобства оценки весь жизненный цикл продукции (услуги) авторами данной работы предлагается условно разбить на составляющие его части (стадии) и степень воздействия на окружающую среду (ОС) и здоровье человека следует оценивать на каждой отдельной стадии.

Схема анализа жизненного цикла транспортной услуги, представленная в работе [1], демонстрирует, насколько сложно, разнообразно и многосторонне процесс оказания авиатранспортной услуги воздействует на ОС, в том числе при складывающихся чрезвычайных ситуациях [3]. Для оценки воздействия этого процесса необходима информация о потоках: отработанных эксплуатационных материалов и деталей; твердых отходов производства и потребления для обеспечения жизнедеятельности людей; загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, сбрасываемых в водоемы и прочее, как авторами показано ранее в работе [1].

К сожалению, авиационная транспортная система не всегда работает безупречно, и в наши дни на транспорте исключительно важно обеспечить комплексную безопасность [4]. Случающиеся по разным причинам отклонения в работе от установленных норм и правил приводят систему в условия нештатных и чрезвычайных ситуаций.

Негативные события, происходящие с воздушными судами, названы «авиационными событиями (АС)» и классифицированы в Правилах расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации (ПРАПИ-98). Самым нежелательным видом АС является авиационное происшествие (АП) с ВС, в ходе которого: люди, находившиеся на борту ВС получают телесные повреждения и гибнут, само ВС получает повреждение или происходит разрушение его конструкции или вовсе пропадает без вести.

В случае возникновения какой-либо чрезвычайной ситуации схема жизненного цикла оказания авиатранспортной работы видоизменяется и приобретает вид, проиллюстрированный в рабо-

те [1]. Авиационные происшествия, случающиеся с ВС в ГА, требуют привлечения дополнительных материальных ресурсов, а транспортная система в складывающихся условиях трансформируется и реализует процессы расследования причин АП и ликвидации последствий катастрофы.

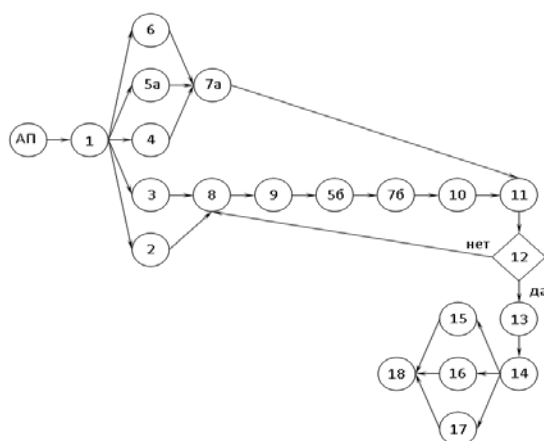
Характерное негативное воздействие авиации на ОС [5] в случае АП трансформируется из-за разнообразных последствий и особенностей, главной из которых является аварийно-залповый характер [6], препятствующий своевременной подготовке и минимизации экологических последствий. На фоне широкого перечня косвенных и прямых видов негативных экологических последствий АП в значительной мере авторы выделяют воздействие пролитых авиационных спецжидкостей и топлив. Авиационные горюче-смазочные материалы (ГСМ), обладая рядом важных технологических качеств, попадая в окружающую среду, оказывают резко негативное воздействие на человека как в условиях быта, так и в условиях трудовой деятельности [7], а также, как показано в работах [8], резко отрицательное воздействие на почвенный покров в виде нарушения газообмена; снижения водопроницаемости почвы; нарушения азотного режима почв; резкого снижения или прекращения биологической активности; потери агрофизических и агрохимических свойств почвы; прочих повреждений природных комплексов.

Основное в анализируемых ситуациях, на что следует направить усилия по защите соответствующих экосистем от загрязнения, – это оперативное реагирование на разлив нефтепродуктов, ограничивая, по возможности, процессы их распространения в почве. Для этого предлагается использовать метод внесения в почву активных углей в качестве сорбентов.

Правила, регламентирующие процесс расследования АП, таковы, что какое-либо вмешательство на месте происшествия (кроме помощи травмированным, тушения пожаров, сохранения доказательного материала и прочего, предусмотренного в разделе 2.3 из главы 2 ПРАПИ-98) практически невозможно до завершения комиссией по расследованию полевого этапа работ.

В развитие перечня мер, изложенных в работах [9–11], авторами статьи предлагается поэтапный перечень действий административной подкомиссии по обеспечению экологичности (снижению экологических издержек) на месте АП, приведенный на рисунке.

Авторы настоящей работы (статьи) предлагают практическую реализацию мероприятий, направляемых на снижение воздействия топлив и авиационных ГСМ, пролитых при АП на почву, начинать сразу, практически одновременно с началом полевого этапа расследования, непосредственно после того, как комиссия по расследованию определила границы АП. Авторы рекомендуют принять за правило и включить в существующие инструкции указание для представителей административной подкомиссии организовать размещение за установленной границей АП специального сорбционного барьера, представляющего собой «рукава» из прочного, хорошо водопроницаемого материала, наполненного гранулированным сорбентом (активным углем). Такой барьер будет препятствовать распространению (растеканию) в почве за пределы соответствующей границы топлив и ГСМ, попавших в экосистемы при АП.



План-график действия по детоксикации почв, загрязненных в результате АП
(1, ..., 17 – номера этапов план-графика, описание содержания работ по которым приведено в тексте)

В соответствии с предлагаемой авторами схемой, приведенной на рисунке, прежде всего (этап **1**) необходимо издать специальный официальный приказ о начале работ по ликвидации последствий пролива авиационных ГСМ и топлива на месте АП, после чего (этап **2**) произвести отбор проб почвы для качественно-количественного анализа их загрязненности и расчета (этап **3**) максимального количества нефтепродуктов, которые могли попасть в почву экосистем, по формуле, предлагаемой авторами данной статьи:

$$V_{ГСМ} = \frac{T_{ост}}{\rho_T} + \frac{\sum M_{см}}{\rho_{см}} + \frac{M_G}{\rho_G}, \quad (1)$$

где $T_{ост}$ – количество топлива, остававшееся в баках ВС до его разрушения перед АП, кг;
 ρ_T – плотность авиатоплива, кг/м³ (для ТС-1 $\rho_T = 780$ кг/м³; для РТ $\rho_T = 775$ кг/м³);
 $\sum M_{см}$ – масса всех авиационных масел и смазок согласно паспорту ВС, кг;
 M_G – масса гидравлической жидкости согласно паспорту ВС, кг;
 $\rho_{см}$ – плотность масел и смазок, использованных в ВС, кг/м³;
 ρ_G – плотность гидравлической жидкости, использованной в ВС кг/м³.

Работы по доставке на место АП механизированного оборудования, необходимого для внесения активного угля в почву, а также по доставке самого угля в предварительном количестве и рассчитанном (уточненном) количестве проводятся на этапах **4**, **5а** и **5б** соответственно. Работы этапа **6** заключаются в копке траншеи вокруг места АП с помощью специализированной техники либо вручную (при небольшом объеме земляных работ), после чего на этапе **7а** в траншею закладывается предварительный сорбционный барьер в виде «рукава» с сорбентом.

После получения результатов полных расчетов количества активного угля, необходимо для полноценного исключения распространения нефтепродуктов в почве за пределы сорбционного барьера (это может потребовать относительно длительное время, поэтому было необходимо в кратчайшие сроки создать предварительный сорбционный барьер). На этапе **8**, по данным расчета количества нефтепродуктов, попавших в почву, проводится расчет количества активного угля, а на этапе **9** определяется количество «рукавов», необходимых для полноценного сорбционного барьера. В случае если по данным расчета подтверждена необходимость использования большего количества сорбента, чем было заложено в предварительном сорбционном барьере, то дополнительное количество угля на этапах **5б** и **7б** доставляется и на этапе **10** размещается в дополнительных почвенных траншеях экосистемы в виде дополнительного сорбционного барьера.

На этапе **11** необходимо провести мониторинг процесса детоксикации загрязненной почвы, а на этапе **12** – повторный качественно-количественный анализ концентрации нефтепродуктов в почве, корректировку размеров сорбционного барьера и времени детоксикации. Далее, на этапе **13**, совместно с местными органами контроля за состоянием ОС, необходимо выработать и согласовать с заинтересованными инстанциями решение о продолжении или об окончании проводимых работ. Далее, на этапе **14** осуществляется рекультивация почв для возвращения их в хозяйственное землепользование земель, затронутых при АП. Рукава сорбционных барьеров с сорбированными нефтепродуктами из разрушенного ВС на этапе **15** целесообразно собрать и отправить на утилизацию, предусмотренную на этапе **17** (параллельно этапу **15**), например, методом сжигания в теплоэнергетических печах любой мощности.

Показателем достаточного качества проведения работ вышеописанных мероприятий авторы предлагают считать образование устойчивого фитоценоза на территории места АП.

Одновременно с этапами **15** и **17**, на этапе **16** следует оформить необходимые документы о проделанных работах, подтверждающие успешную детоксикацию территории, которые предлагается считать основанием для сдачи (на этапе **18**) отчетных документов в Росавиацию, Мин-

транс, Минприроды и прочие заинтересованные контролирующие органы исполнительной власти страны.

Таким образом, гражданская авиация, выполняя авиатранспортные услуги, оказывает значительное воздействие на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла этих услуг. Случающиеся нештатные ситуации (негативные авиационные события) видоизменяют традиционную схему жизненного цикла, дополняя ее специфическими видами воздействия на ОС, особую опасность среди которых представляют попадание в экосистемы места АП нефтепродуктов авиационных топлив и горюче-смазочных материалов. Для уменьшения величины негативного воздействия на экосистемы следует оперативно предпринимать эффективные и одновременно достаточно простые превентивные меры, к числу которых относится предлагаемая авторами последовательность создания в почве экологических систем территории вокруг зоны АП сорбционных барьеров из рекомендуемых авторами активных углей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николайкин Н., Николайкина Н. Экологическая безопасность. Промышленно-транспортные и энергетические узлы: монография. Saarbrucken, Deutschland: Verlag LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. 385 с.

2. Николайкин Н.И., Худяков Ю.Г., Макаров В.П. Предупреждение аварий на опасных объектах химии, нефтехимии и транспорта – эффективный метод защиты экосистем от загрязнения // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Серия Экология. 2012. № 02 (06). С. 182–186.

3. Макаров В.П., Николайкин Н.И. Прогнозирование и предупреждение авиационных происшествий как метод снижения экологической опасности авиаперевозок // Безопасность в техносфере. 2012. № 4. С. 35–41.

4. Елисов Л.Н. Некоторые замечания о соотношении формального и неформального при решении оптимизационных задач в области авиационной безопасности // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. № 218. С. 5–10.

5. Николайкин Н.И. Регулирование состояния антропогенно-измененных экосистем вокруг комплексов авиапредприятий в жизненном цикле авиаперевозок // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. № 162. С. 22–29.

6. Николайкин Н.И., Старков Е.Ю. Оценка экологической опасности авиационных событий на воздушном транспорте // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. № 218. С. 17–23.

7. Патраков Е.В., Попов В.Д. Основные подходы к обеспечению безопасных условий трудовой деятельности // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Серия: Технические науки. Безопасность деятельности человека. 2016. 02 (30). С. 20–24.

8. Трофимов С.Я., Розанова М.С. Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения // Деградация и охрана почв. М.: МГУ, 2002. С. 359–373.

9. Николайкин Н.И., Старков Е.Ю., Климов П.И. Метод снижения экологической опасности при авиационных происшествиях // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык». 2015. Вып. 3. С. 22–34. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ce.if-mstuca.ru/index.php/2015-3> (дата обращения: 10.09.2015).

10. Николайкин Н.И., Старков Е.Ю. Уменьшение экологических последствий от воздействия авиационных происшествий // Научный Вестник МГТУ ГА. 2016. № 225. С. 135–142.

11. Старков Е.Ю., Николайкин Н.И. О возможности снижения экологического воздействия при авиационном происшествии // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Серия Технические науки. Безопасность деятельности человека. 2016. 02 (30). С. 13–19.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Старков Евгений Юрьевич, магистр по направлению подготовки «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей», ассистент кафедры «Безопасность полетов и жизнедеятельности» МГТУ ГА, электронный адрес: starkoff89@mail.ru.

Николайкин Николай Иванович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Безопасность полетов и жизнедеятельности» МГТУ ГА, электронный адрес: nikols_n@mail.ru.

Климов Павел Игоревич, магистрант МГТУ ГА по направлению «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей», электронный адрес: klimovpavel.rm@gmail.com.

THE ORGANIZATION OF ECOLOGICAL PROTECTION OF THE AVIATION ACCIDENT AREA

Evgeniy Yu. Starkov

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia, starkoff89@mail.ru

Nikolay I. Nikolaykin

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia, nikols_n@mail.ru

Pavel I. Klimov

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia,
klimovpavel.rm@gmail.com

ABSTRACT

The environmental impact by civil aviation activity at all stages of air-transport service life cycle is considered in the article. Negative emergency aviation situations make certain changes to life cycle of the service offered by air transport that is reflected in negative ecological environmental impact at the place of accident. The integrated approach to an assessment of such influence is required. The amount of the polluting substances getting into the soil of the ecosystem at the site of an aircraft accident can be considerably reduced by means of timely extraction by carbon adsorption of the aviation fuel and special liquids, that is soil detoxication is required.

Expediency of placement of the special sorption barrier passing on the border of the aviation accident area and representing the water-permeable sleeve filled with a sorbent is proved. The stage-by-stage sequence of the detoxication works is offered and it is recommended to apply their carrying out in civil aviation in the form of the obligatory task imputed to the administrative subcommittee, which is a part of the aircraft accident investigation committee.

The sequence of works is presented in the form of the plan schedule of necessary actions. Dependence for calculation of the amount of petrochemicals getting into the soil in the considered situations is offered.

Key words: aircraft, emergency situation, ecosystem, soils, detoxication.

REFERENCES

1. Nikolaikin N., Nikolaikina N. Ekologicheskaya bezopasnost'. Promyshlennno-transportnye i energeticheskie uzly: Monografiya [Ecological Safety. Industrial and Transport and Power Knots: Monograph]. Saarbrücken, Deutschland: Verlag LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. 385 p. (in Russian)

2. Nikolaikin N.I., Khudyakov Yu.G., Makarov V.P. Preduprezhdenie avarii na opasnykh ob"ektakh khimii, neftekhimii i transporta – effektivnyi metod zashchity ekosistem ot zagryazneniya [The Prevention of Accidents on Dangerous Objects of Chemistry, Petrochemistry and Transport – an Effective Method of Ecosystems Protection Against Pollution]. XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus. Series: Ecology, 2012, No 02 (06), pp. 182–186. (in Russian)

3. Makarov V.P., Nikolaikin N.I. Prognozirovaniye i preduprezhdeniye aviatsionnykh proisshествii kak metod snizheniya ekologicheskoi opasnosti aviaperevozok [Forecasting and Prevention of Aviation Incidents as Air Transportation Ecological Danger Decrease Method]. Safety in Technosphere, 2012, № 4, pp. 35–41. (in Russian)

4. Elisov L.N. Nekotorye zamechaniya o sootnoshenii formal'nogo i neformal'nogo pri reshenii optimizatsionnykh zadach v oblasti aviatsionnoi bezopasnosti [Some Remarks on a Formal and Informal Ratio at the Solution of Aviation Safety Optimizing Tasks]. Scientific Bulletin of the MSTUCA, 2015, № 218, pp. 5–10. (in Russian)

5. Nikolaikin N.I. Regulirovanie sostoyaniya antropogenno-izmenennykh ekosistem vokrug kompleksov aviapredpriyatii v zhiznennom tsikle aviaperevozok [Regulation of Anthropogenous Changed Ecosystems Condition Around Air Enterprises Complexes in Air Transportation Life Cycle]. Scientific Bulletin of the MSTUCA, 2010, № 162, pp. 22–29. (in Russian)

6. Nikolaikin N.I., Starkov E.Yu. Otsenka ekologicheskoi opasnosti aviatsionnykh sobytii na vozdushnom transporte [An Assessment of Aviation Events Ecological Danger on Air Transport]. Scientific Bulletin of the MSTUCA, 2015, № 218, pp. 17–23. (in Russian)

7. Patrakov E.V., Popov V.D. Osnovnye podkhody k obespecheniyu bezopasnykh uslovii trudovoi deyatel'nosti [Main Approaches to Providing of Work Safe Conditions]. XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus. Series: Engineering Sciences. Human activity safety. 2016, No 02 (30), pp. 20–24. (in Russian)

8. Trofimov S.Ya., Rozanova M.S. Izmenenie svoistv pochv pod vliyaniem neftyanogo zagryazneniya [Soils Properties Change Under the Oil Pollution Influence]. Degradation and Soils Protection. M.: MSU, 2002. Pp. 359–373. (in Russian)

9. Nikolaikin N.I., Starkov E.Yu., Klimov P.I. Metod snizheniya ekologicheskoi opasnosti pri aviatsionnykh proisshestviyakh [A Method of Ecological Danger Decrease at Aviation Incidents]. Crede Experto: transport, society, education, language. 2015, Issue 3, pp. 22–34. Available at: <http://ce.if-mstuca.ru/index.php/2015-3> (accessed: 10.09.2015) (in Russian)

10. Nikolaikin N.I., Starkov E.Yu. Umen'shenie ekologicheskikh posledstviy ot vozdeistviya aviatsionnykh proisshestvii [Ecological Consequences Reduction from Impact of Aviation Incidents]. Scientific Bulletin of the MSTUCA, 2016, № 225, pp. 135–142. (in Russian)

11. Starkov E.Yu., Nikolaikin N.I. O vozmozhnosti snizheniya ekologicheskogo vozdeistviya pri aviatsionnom proisshestvii [About Possibility of Ecological Influence Decrease at Aviation Incident]. XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus. Series: Engineering Sciences. Human activity safety. 2016, No 02 (30), pp. 13–19. (in Russian)