

УДК 629.735

## УМЕНЬШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Н.И. НИКОЛАЙКИН, Е.Ю. СТАРКОВ

В статье предлагается рассматривать авиационные события как источник аварийно-залпового воздействия на окружающую среду. Приведена классификация видов возникающего загрязнения, анализ проблем при разливе горюче-смазочных материалов на месте падения воздушного судна.

Предложена система мер по снижению негативного экологического воздействия на почвы затронутой территории путем их детоксикации. Обосновано применение углеродных сорбентов. Рекомендованы зависимости для расчета необходимого количества активных углей. Показана рекомендуемая последовательность проведения работ на загрязненной территории.

**Ключевые слова:** авиационные события, защита окружающей среды, экологическая безопасность.

Целью научно-технического развития современного мира является удовлетворение потребностей человека. Рост потребности использования природных ресурсов, запасы которых на грани исчерпания, небрежное отношение к среде обитания человека ведут к деградации биосферы. Человечество предложило множество разнообразных подходов к оценке воздействия на окружающую среду (ОС) практически всего созданного им. Выдвигаются новые концепции охраны ОС от загрязнения. Охрана ОС от загрязнения должна осуществляться не только той или иной отраслью экономики страны, отдельного предприятия или организации, но и входить в приоритетные задачи органов государственной власти.

Развитие Российской Федерации связано с ростом производства продукции, энергии, транспортных услуг, и отечественная гражданская авиация (ГА) не исключение из этой общей тенденции развития всей экономики. Показатели деятельности ГА, по данным Росавиации [1], за последнее время постоянно увеличиваются (рис. 1), растут объемы международных перевозок, развиваются аэропорты России. Деятельность авиации влияет на многие компоненты ОС. Воздушный транспорт (ВТ) использует разнообразные природные ресурсы, при этом оказывает воздействие на ОС практически по всем известным направлениям [2]. Вклад ГА в общемировое негативное воздействие на ОС значительно меньше, чем влияние энергетики, химии, нефтехимии и прочих основных отраслей экономики, однако он значителен. Руководящий орган управления деятельностью международной гражданской авиацией (ИКАО) рассматривает задачу охраны окружающей среды как одну из важнейших, вторую по порядку после задачи обеспечения безопасности полетов. Экологическая безопасность предприятий и организаций ВТ – одно из главных требований развивающихся авиаперевозок, причем оно уже давно не ограничивается задачами снижения шума воздушных судов (ВС) и уменьшения выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) авиационными двигателями (АД). В XXI веке необходимо обеспечить комплексную безопасность на транспорте [3, 4].

Максимально выверенные и строго регламентированные действия всех работников эксплуатационных авиапредприятий минимизируют возможность возникновения каких-либо нештатных или чрезвычайных ситуаций, влияющих на безопасность выполнения полетов, тем не менее на современном уровне развития авиации признано, что достижение абсолютной безопасности невозможно. Очень редко, однако все же при авиаперевозках сбои в работе случаются, что, приводит к самым нежелательным результатам – авиационным происшествиям (АП), которые специалистами [5] названы «негативными авиационными событиями», влекущими за собой негативное воздействие на ОС [6].

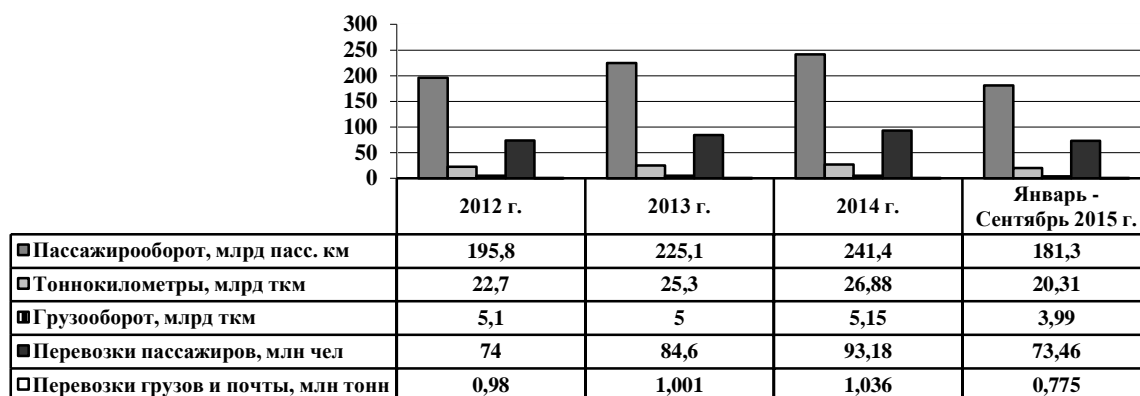


Рис. 1. Основные показатели работы отечественной ГА в 2012–2015 гг.

Такие авиационные события в соответствии с терминологией ИКАО определяются как «состояние авиационной системы, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска». Уполномоченные государственные органы РФ постоянно отслеживают состояние безопасности полетов в стране и публикуют отчеты, свидетельствующие, что за последние 25 лет количество авиационных происшествий снижено почти в 2 раза [7].

Негативное авиационное событие связано с такими безусловно значительными потерями, как, прежде всего, утрата человеческих жизней, ущерб имуществу ГА и третьей стороне, а также ощутимый вред ОС [8]. Воздействие на ОС зависит от разнообразных факторов, а экологический ущерб, как обосновано в работе [9], прежде всего, подразделяется (см. таблицу) на два вида: ущерб непосредственно от самого авиационного события (прямые последствия); ущерб от событий, сопряженных с авиационным событием (косвенные последствия).

Из всех видов негативного воздействия на ОС наиболее интенсивное и долговременное – химическое воздействие. Одним из примеров является загрязнение нефтепродуктами почвы.

Загрязнения углеводородами почв вызывают сильные и во многом необратимые повреждения природных комплексов, отражаясь на животном и растительном мире [10]. При попадании углеводородов в природную среду происходит комплексное загрязнение несколькими группами органических веществ.

Такое загрязнение губительно для многих биологических видов, поскольку горюче-смазочные материалы и другие вещества углеводородной природы представляют собой жесткий химический экстремальный фактор. Жидкие углеводороды легко проникают в верхние слои почвы, где значительно снижают их водопроницаемость, нарушают газообмен и азотный режим почв, вызывают глубокие изменения в составе биоценозов.

Горюче-смазочные материалы (ГСМ), попадающие в почву при негативных АС, снижают содержание в почве кислорода, что в свою очередь ведет или к вымиранию части аэробной микрофлоры, либо, наоборот, к резкому увеличению количества анаэробов. Таким образом, АП оказывает мощное негативное воздействие на ОС, в том числе разлив топлива и других спецжидкостей пострадавшего ВС ведет к практически гарантированной интоксикации биоценоза экосистемы на месте происшествия.

Известно [11] много способов снижения уровня содержания вредных веществ и мероприятий по снижению подвижности токсикантов в почве. Наиболее распространенными являются механические методы, предусматривающие удаление верхнего слоя грунта с загрязненных территорий в специально отведенные места. Применяется промывка почвы, при которой загрязнители растворяются в промывающей жидкости (воде); физико-химические мето-

ды, включая экстракцию, фотолиз и флотацию; химические методы, такие как термические способы, процессы выщелачивания, связывание загрязнителей в комплексные соединения и т. д.

### Классификация экологически негативных последствий авиационных происшествий

Виды воздействия на ОС	Экологически негативные последствия	
	Прямые	Косвенные
Физическое воздействие	Шум от падения ВС, шум разрушения и взрыва ВС, тепловое воздействие пожаров, изменение радиационного фона, механическое нарушение территории и т. п.	Шум работающих двигателей транспорта (ВС, отправляемых на запасной аэродром, ВС, участвующих в поисково-спасательных работах, автомобилей и спецтехники), тепловое загрязнение от двигателей работающих тепло-электрогенераторов, механические нарушения территории и т. п.
Биологическое воздействие	Неконтролируемое инфицирование экосистем на месте АП вследствие переноса на значительные расстояния возбудителей нехарактерных заболеваний и создание для них благоприятных условий; разложение и гниение биологических веществ на месте АП, создающие благоприятную среду для развития нежелательных микроорганизмов, бактерий, вирусов и др.; воздействие на ареалы распространения редких и исчезающих видов и т. п.	Неконтролируемое инфицирование экосистем на месте АП и по временным дорогам доступа к месту АП вследствие привнесения возбудителей нехарактерных заболеваний и создание для них благоприятных условий при поиске, спасании, расследовании и других работах на месте, где случилось АП; неконтролируемое инфицирование экосистем на территории аэропортов, куда перенаправлены ВС, выполняющие прочие рейсы, вследствие переноса на значительные расстояния возбудителей нехарактерных заболеваний и создания для них более благоприятных условий; воздействие на ареалы распространения редких и исчезающих видов и т. п.
Химическое воздействие	Разлив и температурное разложение топлив, спец. жидкостей, других веществ и материалов	Выбросы в атмосферу двигателей (ВС, участвующих в поисково-спасательных работах; ВС, отправленных на запасные аэродромы; автомобилей и спецтехники), воздействие в процессе дезинфекционной и санитарной обработки местности и т. п.
Информационное воздействие	Сигналы животным биоценоза экосистем на месте АП о наличии опасностей и т. п.	Шум от работы двигателей (ВС, отправленных на запасные аэродромы и участвующих в поисково-спасательных работах), являющийся фактором беспокойства для животных; шум от работы техники поиска и спасания, расследования, ликвидации последствий АП, являющийся носителем информации о присутствующей опасности для живых организмов и т. п.

Специалисты по детоксикации почв считают [12], что наиболее полное восстановление нарушенных биоценозов после разлива ГСМ достигается с использованием биотехнологий, так как интенсивность и полнота разложения углеводов в почве в итоге определяется функци-

ональной активностью углеводородокисляющих микроорганизмов, способных усваивать ГСМ в качестве источника углерода.

Развернутый анализ изложенной выше информации позволяет предложить использовать для детоксикации почв метод углеадсорбции, что оправдано не только экологически, но и экономически [13]. Суть способа заключается в использовании препарата, содержащего в своем составе углеродный сорбент – активный уголь в чистом виде или его модификации [14].

Активные угли обладают рядом специфических свойств, таких как высокая прочность, значительная адсорбционная емкость, стабильность поглотительной способности и гидрофобность. Насыщение активных углей влагой – процесс чрезвычайно медленный, равновесие устанавливается в течение нескольких месяцев. В большинстве реальных процессов влажность окружающей среды (в данном случае, почвы) не оказывает влияния на эффективность извлечения органических примесей. Помимо отмеченного, активные угли имеют невысокую стоимость благодаря возможности их получения из различного углеродсодержащего сырья [11].

В рассматриваемом случае решения задачи детоксикации почвы на месте АП важно не только очистить место происшествия от негативного воздействия нефтепродуктов, но и восстановить биопродуктивность почвенного покрова. Правила расследования причин АП таковы [15], что до завершения полевого этапа работ специальной комиссии на соответствующей территории недопустимо проводить какие-либо иные работы, помимо работ, выполняемых самой комиссией. По завершению всех мероприятий по расследованию причин случившегося, задача ликвидации последствий, включая дезактивацию, детоксикации и прочую обработку местности, по правилам вменяется в обязанность специальной административной подкомиссии.

В данной работе предлагается снижать негативную экологическую нагрузку на почву в местах АП путем использования метода углеадсорбции. Прежде всего для предотвращения расширения территории, загрязненной нефтепродуктами, следует произвести копку траншеи вокруг (по периметру, предварительно определенному комиссией по расследованию) места АП и провести закладку в нее специальных рукавов, заполненных активным углем, тем самым создав «сорбционный барьер» [13]. Далее разработать карту загрязнений места АП и, используя метод инфракрасной спектроскопии или люминесцентно-капиллярный, определить количество нефтепродуктов, попавших в почву.

Расчет остаточного (на момент начала АП) количества топлива ( $T_{ост}$ , кг) в баках ВС автотранспортом предлагается выполнять по формуле

$$T_{ост} = T_{max} - Q \cdot t = T_{max} - Q (\tau_{АС} - \tau_o), \quad (1)$$

где  $T_{max}$  – запас топлива в баках соответствующего ВС перед вылетом, кг;  $Q$  – часовой расход топлива ВС по его летно-техническим характеристикам, кг/ч;  $t$  – время полета ВС до момента АС, ч;  $\tau_o$  – время вылета из аэропорта отправления, ч мин;  $\tau_{АС}$  – время совершения АП, ч мин.

Объем горюче-смазочных материалов, пролившихся из разрушенного ВС на месте ( $V_{ГСМ}$ ), где произошла чрезвычайная ситуация, авторами предлагается определить по формуле

$$V_{ГСМ} = \frac{T_{ост}}{\rho_T} + \frac{\sum M_{см}}{\rho_{см}} + \frac{M_G}{\rho_G}, \quad (2)$$

где  $T_{ост}$  – остаточное количество топлива в баках ВС на момент АС, кг;  $\rho_T$  – плотность авиатоплива, кг/м<sup>3</sup> (для ТС-1  $\rho_T = 780$  кг/м<sup>3</sup>; для РТ  $\rho_T = 775$  кг/м<sup>3</sup>);  $\sum M_{см}$  – масса всех авиационных масел и смазок согласно паспорту ВС, кг;  $\rho_{см}$  – плотность масел и смазок, использованных в

BC, кг/м<sup>3</sup>;  $M_{\Gamma}$  – масса гидравлической жидкости согласно паспорту BC, кг;  $\rho_{\Gamma}$  – плотность гидравлической жидкости, использованной в BC кг/м<sup>3</sup>.

Количества горюче-смазочных материалов, впитавшихся в почву ( $V_{ВП}$ , м<sup>3</sup>) рекомендуется [15] рассчитывать по формуле

$$V_{ВП} = (V_{ГСМ} \cdot K_{Н} \cdot V_{П})^{\frac{1}{2}} = (V_{иUCV} \cdot K_{Н} \cdot F_{g} \cdot h_{cp}), \quad (3)$$

где  $K_{Н}$  – коэффициент нефтеемкости почвы;  $V_{П}$  – объем нефтенасыщенной почвы, м<sup>3</sup>;  $F_{П}$  – площадь земли, на которой были разлиты горюче-смазочные материалы, м<sup>2</sup>;  $h_{cp}$  – средняя глубина пропитки на всей площади нефтенасыщенной почвы, м.

Определение концентрации ГСМ в почве рекомендуется [16] проводить по формуле

$$K_{ГСМ} = C_{ант} \cdot K_{н} \cdot \frac{1}{V_{ВП}}, \quad (4)$$

где  $K_{ГСМ}$  – концентрация горюче-смазочных материалов в почве, мг/кг;  $K_{н}$  – коэффициент накопления;  $V_{ВП}$  – количество горюче-смазочных материалов, впитавшихся в почву, м<sup>3</sup>;  $C_{ант}$  – количество антропогенного углерода, мг.

Рассчитывать количество угля для детоксикации почвы рекомендуется [17] по формуле

$$m_{АУ} = V_{П} \cdot \rho_{П} \cdot \frac{K_{неф.пр}}{\frac{K_{неф.пр}}{K_1} - \frac{K_2}{K_3} - \frac{K_3}{K_4}}, \quad (5)$$

где  $m_{АУ}$  – масса активного угля типа АГ, кг;  $\rho_{П}$  – плотность нефтенасыщенной почвы, кг/м<sup>3</sup>;  $K_{дон}$  – ПДК углеводородов нефти в почве, мг/кг;  $K_{неф.пр}$  – концентрация нефтепродуктов в почве, мг/кг;  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  и  $K_4$  – концентрации нефтепродуктов при смешении проб загрязненной почвы с активным углем соответственно в пропорциях почва : АУ – 1 : 1; 1 : 2; 1 : 3; 1 : 4, мг/кг.

После определения размеров территории, на которой были пролиты нефтепродукты, на ней следует равномерно внести активный уголь или иные подобные углеродные адсорбенты. Размещение сорбента производится дозами  $m_{АУ}$ /га, определенными по формулам (1)...(5), которые техническими средствами распылки заглабляются в почву на 10...15 см и/или распыляются.

Таким образом, на основании изложенного предлагается на территории, загрязненной в результате АП, проводить работы по детоксикации почвы для ликвидации последствий пролива топлива и спецжидкостей в виде последовательности следующих основных этапов.

1. Определение размеров загрязненной территории.
2. Предотвращение увеличения площади загрязнения путем траншеирования почвы вокруг зоны АП и закладки рукавов с адсорбентами.
3. Определение расчетного количества ГСМ, попавших в почву.
4. Определение расчетного количества активного угля, необходимого для детоксикации почвы, загрязненной углеводородами нефти.
5. Внесение (по окончании работ по расследованию причин АС) сорбента в почву по всей площади загрязненной территории.
6. Организация и проведение комплекса работ по очистке территории и возвращению затронутых при АП земель в хозяйственное землепользование.

Визуальным свидетельством того, что обработка ранее загрязненной территории прошла успешно, будет появление на поверхности почвы растительности, то есть начало образования фитоценоза.

Воздушный транспорт занимает исключительно важное место в мировой транспортной системе, участвуя в удовлетворении потребностей современного человека. Находясь на передовых рубежах применения новейших технологий, с одной стороны, и в условиях развивающегося на планете экологического кризиса, с другой стороны, международная гражданская авиация прилагает значительные усилия для решения проблем защиты окружающей среды от воздействия авиации.

Негативные авиационные события, случающиеся пока еще, к сожалению, постоянно, требуют привлечения всех возможных сил и средств для спасения людей и расследования причин произошедшего, что необходимо для дальнейшего совершенствования системы мер обеспечения безопасности на воздушном транспорте. Однако они не должны оставаться без внимания как достаточно мощный источник негативного воздействия на окружающую среду.

Решение возникающих экологических проблем должно быть оперативными, эффективным и при этом достаточно простым. Это будет способствовать повышению экологичности авиаперевозок в условиях воздействия возможных нештатных и чрезвычайных ситуаций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные показатели работы гражданской авиации России за 2012–2015 гг. / Министерство транспорта РФ; Федеральное агентство воздушного транспорта (ФАВТ) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.favt.ru/dejatelnost-vozdushnye-perevozki-osnovnye-proizvodstvennye-rokazateli-ga/> (дата обращения 12.11.2015).

2. **Николайкин Н.И.** Управление экологической безопасностью промышленно-транспортных и энергетических узлов: Монография / Моск. гос. ун-т инж. экологии. М.: МГУИЭ, 2007. 256 с.

3. **Николайкин Н.И., Худяков Ю.Г.** Моделирование системы управления рисками при эксплуатации опасных производственных объектов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2012. № 10. С. 35–40.

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

5. **Зубков Б.В., Прозоров С.Е.** Безопасность полетов: Учебник / Под. ред. Б.В. Зубкова. Ульяновск: УВАУ ГА(И), 2013. 451 с.

6. **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.

7. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства. М.: Межгосударственный авиационный комитет, 2011–2015 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mak-iac.org/rass/rassledovaniya/bezopasnost-poletov/> (дата обращения 14.12.2015).

8. **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*. 2012. 02 (06). С. 182–186.

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

10. **Трофимов С.Я., Розанова М.С.** Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения // Дegradaция и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 2002. С. 359–373.

11. **Мухин В.М., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г.** Сорбционная детоксикация загрязненных почв // Проблемы экологической безопасности агропромышленного комплекса. Выпуск 4. Сергиев Посад, 1999.

12. Способ очистки земель от нефти и нефтепродуктов и рекультивации почв сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/241/2414313.html> (дата обращения 2.05.2015).

13. **Николайкин Н.И., Старков Е.Ю., Климов П.И.** Метод снижения экологической опасности при авиационных происшествиях // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык 2015. № 3. С. 22–34 [Электронный ресурс]. URL: <http://ce.if-mstuca.ru/index.php/2015-3> (дата обращения: 10.09.2015).

14. **Мухин В.М., Клушин В.Н.** Производство и применение углеродных адсорбентов: Учеб. пособие. М.: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2012. 308 с.

15. Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации. Утв. Пост. Правительства РФ от 18. 06. 1998 № 609 (в ред. Пост. Правительства РФ от 19.11.2008 № 854) [Электронный ресурс]. URL: <http://rostransnadzor-dvfo.ru/> (дата обращения: 03.05.2015).

16. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях с нефтепродуктами / Утв. Минтопэнерго РФ от 01.11.95. Транспресс, 1996. 68 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293836/4293836449.htm> (дата обращения 5.05.2015).

17. Способ детоксикации загрязненных грунтов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/229/2296016.html> (дата обращения 2.05.2015)

## ECOLOGICAL CONSEQUENCES REDUCTION FROM AVIATION ACCIDENTS IMPACTS

**Nikolaykin N.I., Starkov E.Yu.**

Aviation events as a source of emergency volley impact on the environment have been offered for consideration in the article. The classification of the emerging pollution types and the analysis of the problems that arise when combustive-lubricating materials spill at the place of airplane crash are presented in the article.

The system of measures aimed at reducing negative ecological impact on the soil of the affected territories through its detoxification has been offered. Carbon sorbents application has been proved. The dependences for calculating the necessary amount of active coals have been recommended. The proposed sequence of works to be carried out on the polluted territory has been shown.

**Key words:** aviation events, environment protection, ecological safety.

### REFERENCES

1. Osnovnye pokazateli raboty grazhdanskoi aviatsii Rossii za 2012–2015 / Ministerstvo transporta RF. Federal'noe agentstvo vozdushnogo transporta (FAVT). Available at: <http://www.favt.ru/deyatelnost-vozdushnye-perevozki-osnovnye-proizvodstvennye-pokazateliga/> (accessed 12.11.2015).

2. **Nikolaikin N.I.** Upravlenie ekologicheskoi bezopasnost'yu promyshlenno-transportnykh i energeticheskikh uzlov: Monografiya. / Mosk. gos. un-t inzh. ekologii. M.: MGUIE, 2007. 256 p.

3. **Nikolaikin N.I., Khudyakov Yu.G.** Modelirovanie sistemy upravleniya riskami pri ekspluatatsii opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov. Khimicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie. 2012. № 10. P. 35–40.

4. **Elisov L.N.** Nekotorye zamechaniya o sootnoshenii formal'nogo i neformal'nogo pri reshenii optimizatsionnykh zadach v oblasti aviatsionnoi bezopasnosti. Nauch. Vestnik MGTU GA (Scientific Bulletin of the Moscow State University of Civil Aviation). 2015. № 218. P. 5–10.

5. **Zubkov B.V., Prozorov S.E.** Bezopasnost' poletov: uchebnik / Pod. red. B.V. Zubkova. Ulyanovsk: Ulyanovsk Higher Civil Aviation School, 2013. 451 p.

6. **Makarov V.P., Nikolaikin N.I.** Prognozirovaniye i preduprezhdeniye aviatsionnykh proisshествii kak metod snizheniya ekologicheskoi opasnosti aviaperevozok. Bezopasnost' v tekhnosfere. 2012. № 4. P. 35–41.

7. Sostoyanie bezopasnosti poletov v grazhdanskoi aviatsii gosudarstv-uchastnikov Soglasheniya o grazhdanskoi aviatsii i ob ispol'zovanii vozdušnogo prostranstva. M.: Mezghosudarstvennyi aviatsionnyi komitet, 2011–2015. available at <http://www.mak-iac.org/rass/rassledovaniya/bezopasnost-poletov/> (accessed 14.12.2015).

8. **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. XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2012. 02 (06). P. 182–186.

9. **Nikolaikin N.I., Starkov E.Yu.** Otsenka ekologicheskoi opasnosti aviatsionnykh sobytii na vozdušnom transporte // Nauch. Vestnik MGTU GA (Scientific Bulletin of the Moscow State University of Civil Aviation). 2015. № 218. P. 17–23.

10. **Trofimov S.Ya., Rozanova M.S.** Izmenenie svoistv pochv pod vliyaniem neftyanogo zagryazneniya // Degradatsiya i okhrana pochv. M.: MSU, 2002. P. 359–373.

11. **Mukhin V.M., Spiridonov Yu.Ya., Shestakov V.G.** Sorbtsionnaya detoksikatsiya zagryaznennykh pochv // Problemy ekologicheskoi bezopasnosti agropromyshlennogo kompleksa. Vypusk 4. Sergiev Posad: Russian Association for the Advancement of Science, 1999.

12. Sposob ochistki zemel' ot nefi i nefteproduktov i rekul'tivatsii pochv sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya. Available at <http://www.findpatent.ru/patent/241/2414313.html> (accessed 2.05.2015).

13. **Nikolaikin N.I., Starkov E.Yu., Klimov P.I.** Metod snizheniya ekologicheskoi opasnosti pri avi-tсионnykh proisshestviyakh. Crede Experto: transport, obshchestvo, obrazovanie, yazyk 2015. Vypusk 3. P. 22–34. Available at <http://ce.if-mstuca.ru/index.php/2015-3> (accessed 10.09.2015).

14. **Mukhin V.M., Klushin V.N.** Proizvodstvo i primeneniye uglerodnykh adsorbentov: ucheb. posobie. M.: D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, 2012. 308 p.

15. Pravila rassledovaniya aviatsionnykh proisshestvii i intsidentov s grazhdanskimi vozdušnymi sudami v Rossiiskoi Federatsii. Utv. Post. Pravitel'stva RF ot 18.06.1998 № 609 (v red. Post. Pravitel'stva RF ot 19.11.2008 № 854). available at <http://rostransnadzor-dvfo.ru/> (accessed 03.05.2015).

16. Metodika opredeleniya usherba okruzhayushchei prirodnoi srede pri avariyaх s nefteppodyktami / Utv. Mintopenergo RF ot 01.11.95. TransPress, 1996. 68 p. Available at <http://meganorm.ru/Index2/1/4293836/4293836449.htm> (accessed 5.05.2015).

17. Sposob detoksikatsii zagryaznennykh gruntov. Available at <http://www.findpatent.ru/patent/229/2296016.html> (accessed 2.05.2015).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Николайкин Николай Иванович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, nikols\_n@mail.ru.

**Старков Евгений Юрьевич**, ассистент кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, аспирант кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, starkoff89@mail.ru.