

УДК 656.7.081

ББК 39.5

Н635

Н. И. Николайкин,

Москва, Россия

Е. Ю. Старков,

Москва, Россия

П. И. Климов,

Москва, Россия

МЕТОД СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ

В статье рассматривается негативное воздействие на окружающую среду от авиационного происшествия с гражданскими воздушными судами как одного из важных моментов при эксплуатации авиационной техники. Предлагается рассматривать и оценивать данное влияние, используя теории физико-химических систем (ФХС) и теории геотехнических систем (ГТС). В завершение рекомендуется методика по снижению отрицательного влияния на окружающую среду нефтепродуктов, пролитых в результате авиационного происшествия.

Ключевые слова: гражданская авиация, авиационное происшествие, защита окружающей среды, физико-химические системы, геотехнические системы, детоксикация, угледсорбция.

N. I. Nikolajkin,
Moscow, Russian Federation
E. Yu. Starkov,
Moscow, Russian Federation
P. I. Klimov
Moscow, Russian Federation

METHOD OF REDUCING ENVIRONMENTAL HAZARDS IN AVIATION ACCIDENTS

The article considers the negative impact of a civil aircraft accident on the environment as one of the most important matters of aircraft exploitation. The authors propose to review and assess the impact on the base of the physical and chemical systems (FCS) and geotechnical systems (GTS) theories. In conclusion a methodology for reducing negative environmental impact of petroleum products spilled in an aviation accident is recommended.

Keywords: Civil Aviation; aircraft accident; environmental protection; physical and chemical systems; geotechnical systems, detoxification, carbon adsorption.

Современная гражданская авиация (ГА) развивается стремительными темпами, казалось, что совсем недавно воздушный транспорт во всей отрасли занимал второстепенные роли по сравнению с другими видами, а уже сейчас невозможно представить современный мир без гражданской авиации.

В Российской Федерации (РФ), как и в других развитых странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей хозяйства, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры. Именно гражданская авиация является одним из связующих элементов территориальной целостности страны с масштабной территорией. Воздушный транспорт активно развивается, увеличивая свою значимость как в РФ, так и в Мире по сравнению с другими видами транспорта (*рис. 1*).

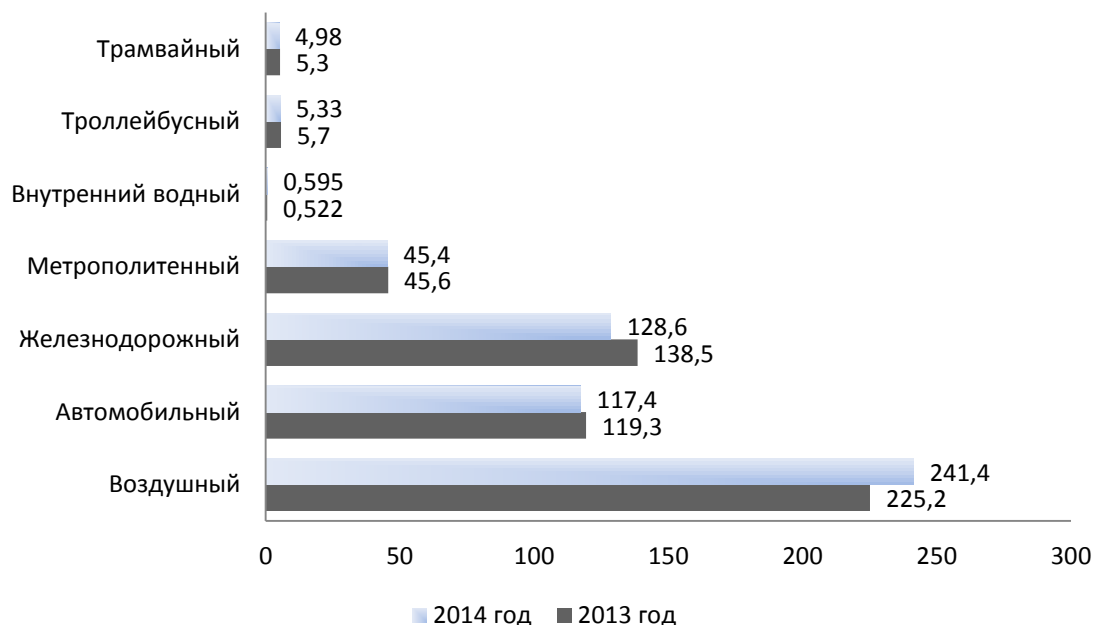


Рис. 1. Сравнительная диаграмма объёмов пассажирооборота различных видов транспорта общего назначения (млрдпасс.-км), по [Министерство транспорта РФ, Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень январь-декабрь, 2015, с. 7]

Одно из основных преимуществ воздушного транспорта заключается в том, что не требуется строительство магистральных сооружений: дорог, мостов, туннелей; достаточно наличия аэродромов и аэропортов в начальной и конечной точках трассы. Это дает большую экономию капитальных вложений, а также чрезвычайно важно для освоения новых районов и территорий при их вовлечении в мировой товарооборот [Николайкин Н.И., 2010, с. 22].

В последние годы гражданская авиация переживает рост объёмов своей деятельности. Некоторые показатели ГА: пассажирооборот, тонно-километры, грузооборот, объёмы перевозки пассажиров, почты и грузов –ежегодно растут. Предполагается, что будут расти и далее (см. *табл. 1*).

Активный рост деятельности гражданской авиации, постоянное развитие и совершенствование технологий воздушного транспорта могут повлиять на увеличение сбоев в работе, последствия которых приводят к нежеланным отрицательным последствиям.

Таблица 1

Основные показатели работы ГА РФ за 2012–2014 гг.,
по данным Росавиации по [Министерство транспорта РФ, Транспорт России.
Информационно-статистический бюллетень январь-декабрь, 2015, с. 7]

Показатель работы	Единица измерения	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Пассажирооборот	млрд пасс. км	195,8	225,1	241,4
Тоннокилометры	млрдткм	22,7	25,3	26,88
Грузооборот	млрдткм	5,1	5,0	5,15
Перевозки пассажиров	млн чел	74,0	84,6	93,18
Перевозки грузов и почты	млн тонн	0,98	1,001	1,036

Гражданская авиация – транспорт высокого уровня опасности. Несмотря на все принятые мероприятия, связанные с безопасностью полетов, происходят отклонения от нормы работы, последствием которых являются авиационные события (АС) разного вида (см. рис.2).

Обеспечение безопасности полетов является главной задачей эксплуатантов воздушного транспорта, основным показателем качества деятельности гражданской авиации.

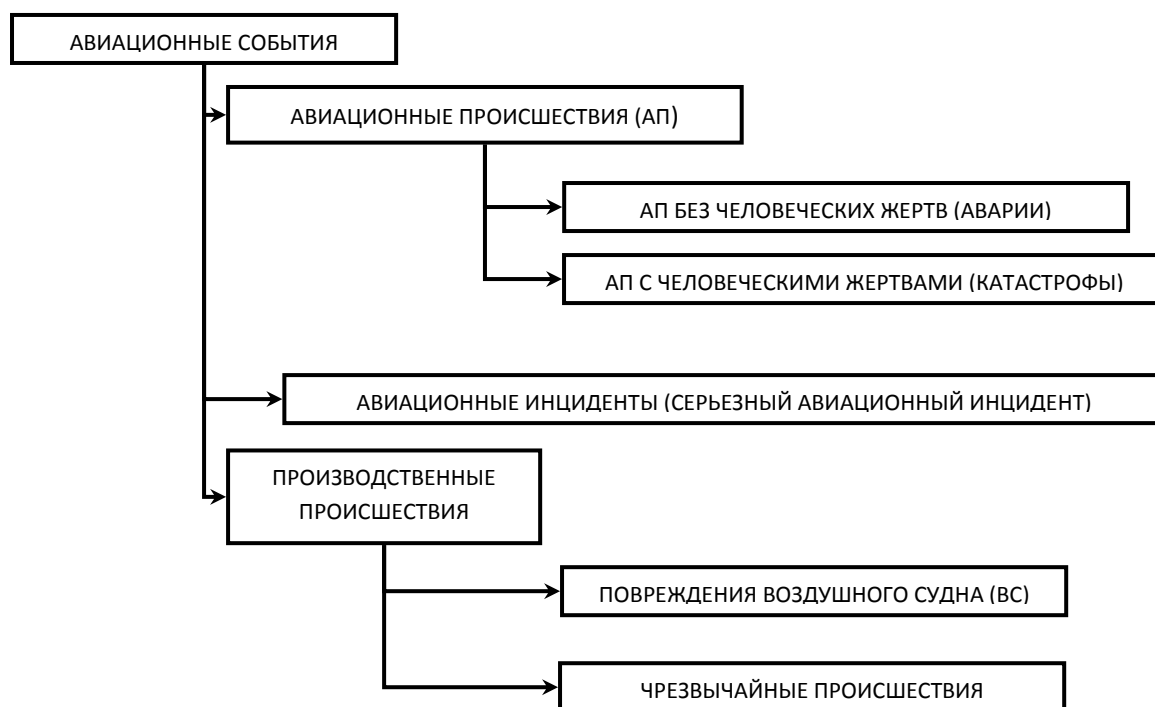


Рис.2. Виды авиационных событий, по [Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской

Федерации. Утв. Постановлением Правительства РФ от 18. 06. 1998 № 609 (в ред. Постановления Правительства РФ от 19. 11. 2008 № 854)]

Проблема безопасности полетов комплексная и зависит от качества работы всех ее составных элементов:

- эксплуатируемой авиационной техники;
- летного и технического персонала;
- наземной техники;
- персонала служб управления воздушным движением и обеспечения полета.

Благодаря специальной стратегии развития воздушного флота, направленной на обеспечение безопасности всех видов, число авиационных происшествий за последние 20 лет удалось заметно снизить (см. *рис.3*), но человеческие жертвы остаются на примерно одном уровне (см. *рис. 4*).



Рис.3. Абсолютные показатели аварийности в ГА

стран Содружества Независимых Государств за последнюю четверть века

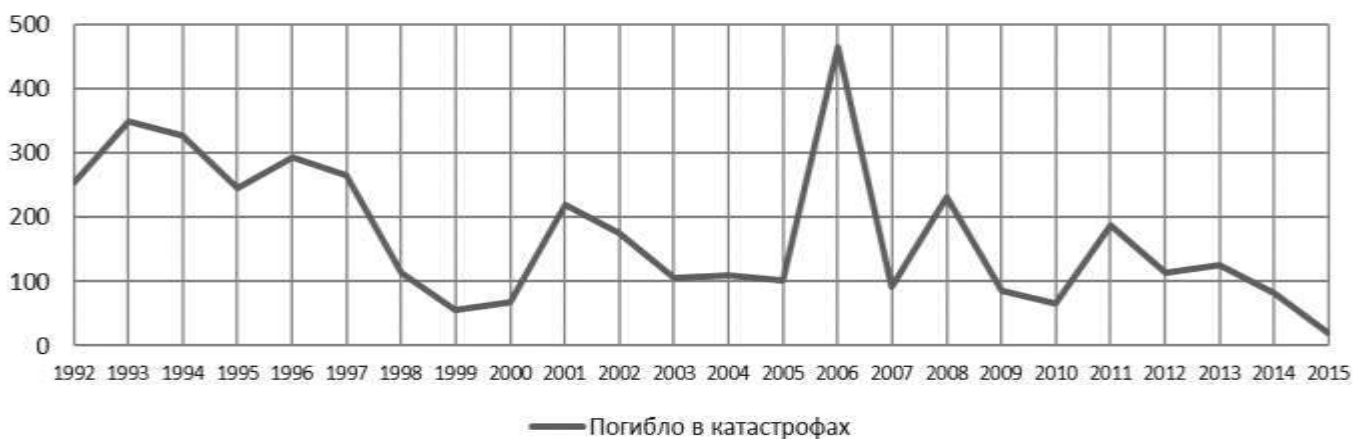


Рис.4. Число погибших в катастрофах с воздушными судами ГА за последнюю четверть века

Первое, что связано с авиационными событиями, а именно катастрофой, является – утрата человеческих жизней. Действительно, воздушный транспорт представляет угрозу для здоровья людей, но не стоит забывать, что наряду с гибелью пассажиров, экипажа оказывается мощное негативное воздействие на окружающую среду (ОС), носящее аварийно-залповый характер [Николайкин Н.И., Старков Е.Ю., 2014, с. 125].

Практически полная неопределенность места (см. *рис.5*) и времени возникновения авиационного происшествия являются одной из характеристик негативного воздействия на ОС наряду с объемами этого аварийно-залпового загрязнения. Одной из главных проблем последствий авиационного происшествия с точки зрения воздействия на ОС является то, что, помимо прямого ущерба, который выражается в физическом, биологическом, химическом и информационном воздействии непосредственно от воздушного судна, присутствует и косвенный. Косвенный ущерб основан на действиях, связанных условиями, которые создало АС (поиск и спасание, расследование, ликвидация последствий АС) [Николайкин Н.И., Старков Е.Ю., 2015, с. 17].

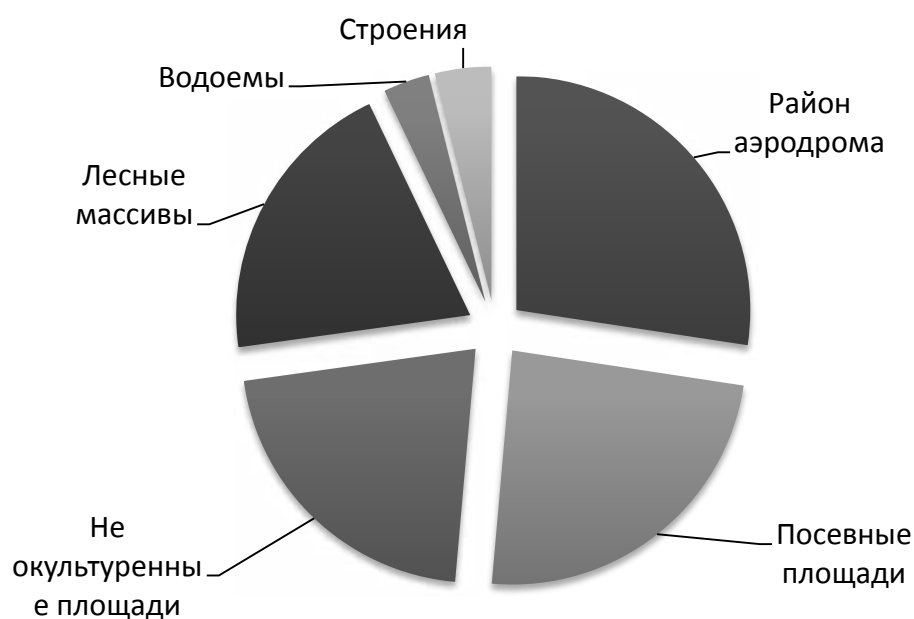


Рис. 5. Распределение АП по месту падения (столкновения) военных ВС, по [Иванов В.С., 2002, с. 313]

Место авиационного события обуславливается тем, что в пределах этой зоны уровень влияния отрицательных факторов на окружающую среду превышает допустимые значения. Для более удобного анализа экологических последствий таких событий рекомендуется использование теорий физико-химических систем (ФХС) и геотехнических систем (ГТС), примененных в [Николайкин Н.И., 2007, с 72] для обоснования методологии управления экологической безопасностью транспортных узлов.

Физико-химическая система (ФХС) – m -фазовая, n -фазовая сплошная среда, распределенная в пространстве и переменная во времени. При наличии источника или стока в каждой точке гомогенной среды и на границе фаз происходит перенос вещества и энергии [Кафаров В. В., Дорохов И. Н., 1977, с. 3].

Геотехническая система (ГТС) – открытая система, в которой транспортный или любой иной производственный объект обменивается энергией с ОС. Совокупность природных объектов и технических сооружений, находящихся в тесной взаимосвязи и взаимодействии за счет обмена веществ, энергии и информации.

Процессы передачи массы, энергии и информации в ГТС подчиняются тем же общим закономерностям, что и в искусственно созданных физико-химических системах (ФХС). В работе [Балабеков О. С., Воробьев О. Г., Шакиров Б. С., 1993, с. 41] природная подсистема в ГТС рассматривалась как некий химический реактор с распределёнными параметрами, в котором протекают процессы, направленные на нейтрализацию материальной и энергетической техногенной нагрузки.

Авиационные происшествия с гражданскими воздушными судами, как самый отрицательный вид авиационных событий, насыщен такими действиями как: работы по расследованию причин и обстоятельств случившегося, работы по поиску и спасанию терпящей бедствие АТ, работы по ликвидации последствий сложившейся ситуации и т.д.

Эти действия включают в себя многообразие разного рода процессы и в эти процессы вовлечено огромное количество природных, антропогенных объектов и технических средств, все эти компоненты имеют связь между собой, которая происходит за счет обмена веществами, информацией, энергией. В связи с этим предлагается изучение таких событий как отдельные антропогенно-аварийные события ФХС и ГТС.

Разработанная ранее классификация ФХС и ГТС трансформирована по отношению и к транспортной отрасли. Далее это позволило перейти к разработке теоретических основ контроля и регулирования экологической безопасности в гражданской авиации [Николайкин Н. И., 2010, с. 26] с учетом полного жизненного цикла деятельности эксплуатационных авиапредприятий и организаций ГА [Николайкин Н.И., 2006, с. 73]. Предложенную на основе промышленно-транспортных вариантов классификаций иерархию ФХС и ГТС, образовавшихся при авиационных происшествиях [Николайкин Н.И., Старков Е.Ю., 2015, с. 19] с классическими примерами объектов транспорта и иерархией уровней систем, образовавшихся в виде экстремальных антропогенно-аварийных зон, целесообразно использовать для оценки отрицательного воздействия на ОС.

Для дальнейших действий по оценке негативного воздействия на ОС, выбранных ГТС, необходимо использовать комплексный подход и соответствующий показатель-экоиндикатор. В данной статье таким показателем выбран «комплексный показатель экологического экспресс-контроля воздействия на ОС»– $I_{ГА}$ [Nikolaykin N. I., Matyagina A. M., Smirnova Yu. V., 2007, p. 614]. Данный показатель-экоиндикатор был успешно использован для выявления, анализа и рейтингового распределения источников загрязнения при теоретическом обосновании принципов управления деятельностью узлов авиатранспортных предприятий в стабильных условиях [Николайкин Н. И., 2007, с. 91].

Для анализа антропогенно-аварийных ГТС, формирующихся в результате АС показатель $I_{ГА}$ следует несколько дополнить и изменить его обозначение на $I_{АП}$. Тогда комплексный показатель экологического воздействия АС, формирующего антропогенно-аварийные ГТС, будет рассчитываться следующим образом:

$$I_{АП} = \sum_k MI_k, \quad (1)$$

где MI – негативное воздействие на ОС; K – виды негативного воздействия или ингредиенты загрязнения. Видами негативного воздействия MI являются все варианты загрязнения, показанные на *рис. 6* и сгруппированные в следующие группы: выбросы в атмосферу, сбросы в природные водоемы, попадание в литосферу твердых и концентрированных жидких отходов, разное физическое воздействие.

В дальнейшем решение проблемы, связанной с нагрузкой на ОС при авиационных событиях, целесообразно отразить в документах, регламентирующих деятельность в случае авиационного происшествия с гражданскими ВС, а именно в «Правилах расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации (ПРАПИ)» [Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации. Утв. Постановлением Правительства РФ от 18. 06. 1998 № 609 (в ред. Постановления Правительства РФ от

19. 11. 2008 № 854)]. Тогда предусмотренные законодательством действия будут обязательны к исполнению в независимости от сложившейся ситуации, естественно исключая варианты, при которых человеческая жизнь будет находиться в опасности.

В связи с этим предлагается акцентировать внимание на одном из самых негативных и распространенных видов загрязнения – попадание нефтепродуктов в почву. Из множества методов детоксикации почвы (внесение в почву биопрепаратов на основе штаммов активных углеводородокисляющих микроорганизмов; использование производных растительного сырья; применение гуминового сорбента; внесение консорциума штаммов микроорганизмов-деструкторов и т.д.) выбран метод углеадсорбционной детоксикации так как является наиболее эффективным и оперативным приёмом при загрязнении нефтепродуктами зоны авиационного происшествия. Идея выбранного метода детоксикации почв состоит в том, что в почву вносится активный уголь и им подобные углеродные соединения с использованием специальной техники дозами 50–100 кг/га с последующей их заделкой на глубину 10–15 см.

Авторами предложен процесс использования метода углеадсорбционной детоксикации почв в месте АП (см. *рис. 6*). Начинается с 1-го этапа – издания приказа о проведении работ по детоксикации и рекультивации почв с целью снижения ущерба окружающей среде от авиационного происшествия. Второй этап включает в себя деятельность по отбору проб почв на качественно-количественный анализ их загрязненности от авиационного происшествия, на основании которого определяется количество нефтепродуктов, попавших в почву на месте авиационного происшествия (3 этап). На следующем 4-м этапе до зоны АП доставляется специальная техника, которая создает сорбционный барьер (*рис. 7*), следом доставляется активный уголь тип АГ в различных специальных упаковках (5-й этап: а – предварительное количество, б – уточненное количество). 6, 7-й этапы – траншеирование местности по периметру места авиационного происшествия и создание сорбционного барьера (а – предварительного и б – уточненного). После чего на 8-м этапе производится расчет не-

обходимого количества активного угля для полноценной детоксикации местности.

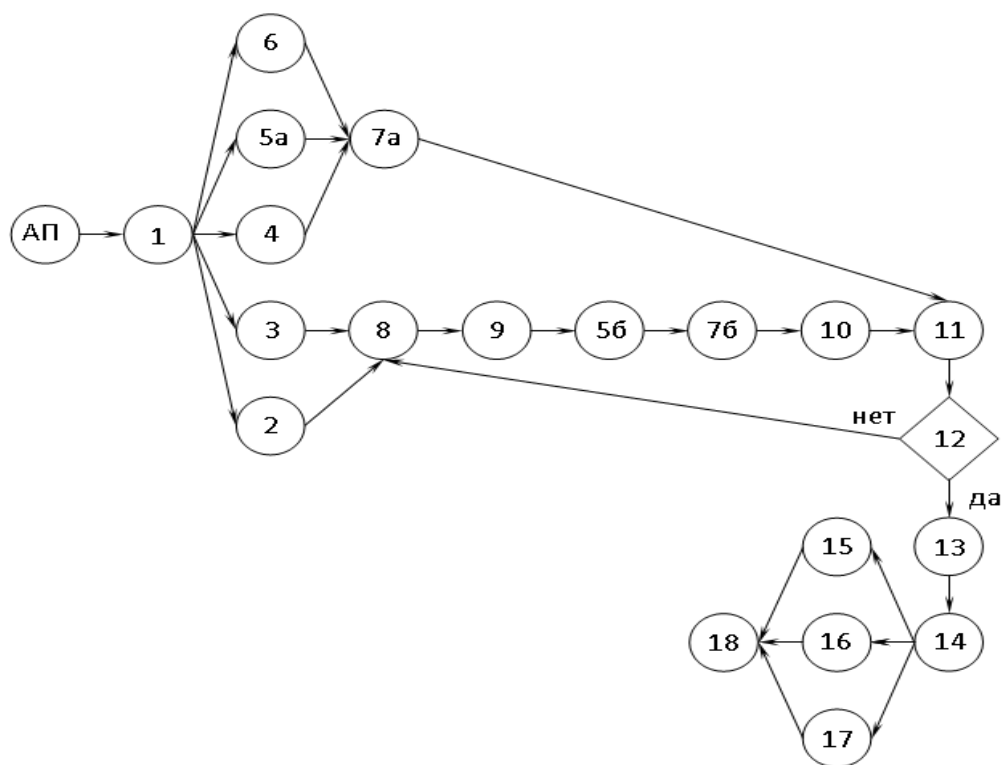


Рис. 6. Сетевой график методики детоксикации почв, загрязненных в результате авиационного происшествия

Последующие действия направлены на расчет необходимого количества специальных «упаковок-рукавов» для создания сорбционного барьера и непосредственно само создание барьера из активного угля с использованием специализированной техники (9 и 10 этапы). В дальнейшем целесообразно проводить мониторинг процесса детоксикации почв (11 этап) с обязательным повторным качественно-количественным анализом почвы с корректировкой размеров сорбционного барьера (12 этап). Далее контроль за состоянием окружающей среды и принятие решения о достижении цели работ и их окончании (13 этап), следующим 14-м этапом происходит рекультивация почв. Затем следует уборка сорбционного барьера, отправка специальных «упаковок-рукавов» на утилизацию и оформление документов о завершении детоксикации и рекультивации почв, утилизация (сдача на утилизацию) специальных «упаковок-рукавов» с сорбентом, насыщенным загрязняющими веществами, собранными на месте

авиационного происшествия (15–17 этапы) и в завершение – сдача отчетных документов о выполненных работах.



Рис. 7. Условная схема зона АП границей которого является сорбционный барьер

Работы по детоксикации загрязненной нефтепродуктами почвы считаются выполненными, если на обработанной поверхности образуется устойчивый травяной покров. Появление растительности на поверхности загрязненной почвы является визуальным свидетельством того, что ее обработка прошла успешно и на ней начинается образование фитоценоза.

Безусловно, гражданская авиация является одним из самых безопасных видов транспорта в государстве, но в то же время случающиеся авиационные происшествия крайне редко оставляют человеку шанс на спасение. В таких случаях, в условиях мирового экологического кризиса, срочные мероприятия целесообразно направить на решение проблем, связанных с негативным воздействием на окружающую среду, решая эти вопросы на законодательном и практическом уровнях.

Библиографический список

1. Балабеков О. С. Генезис, классификация и экологическая оптимизация физико-химических систем / О. С. Балабеков, О. Г. Воробьев, Б. С. Шакиров // Вестник НАН РК. 1993. № 3. С. 40–43.
2. *Безопасность полетов летательных аппаратов*/ Под ред. В. С. Иванова. М.: Военный авиационный технический университет, 2002. 369 с.
3. Кафаров В. В., Дорохов И. Н. Диаграмный принцип описания физико-химических систем // Гидродинамика и явление переноса в двухфазных дисперсных системах: межвузовский сборник научных трудов. – Иркутск: ИПИ, 1977. – С. 3–21.
4. Николайкина Н. Е. Промышленная экология. Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта / Н. Е. Николайкина, Н. И. Николайкин, А. М. Матягина. М.: Академкнига, 2006. 240 с.
5. Николайкин Н. И. Регулирование состояния антропогенно-изменённых экосистем вокруг комплексов авиапредприятий в жизненном цикле авиаперевозок // Научный вестник МГТУ ГА. 2010. № 162. С. 22–29.
6. Николайкин Н. И. Управление экологической безопасностью промышленно-транспортных и энергетических узлов: монография / Н. И. Николайкин. М.: МГУИЭ, 2007. 256 с.
7. Николайкин Н. И. Экологическая оценка полного жизненного цикла деятельности эксплуатационных авиапредприятий гражданской авиации // Научный вестник МГТУ ГА. 2006. № 108. С. 73–79.
8. Николайкин Н. И., Старков Е. Ю. Актуальность изучения влияния авиационных происшествий на окружающую среду // Сб. статей Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы развития науки» - Уфа, - 2014. - С. 125-132.
9. Николайкин Н. И., Старков Е. Ю. Оценка экологической опасности авиационных событий на воздушном транспорте // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 218. С. 17–23.
10. *Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации*. Утв. Постановлением Правительства РФ от 18. 06. 1998 № 609 (в ред. Постановления Правительства РФ от 19. 11. 2008 № 854). [Электронный ресурс]. URL: <http://rostransnadzor-dvfo.ru/> (дата обращения: 03. 05. 2015).
11. *Транспорт России*. Информационно-статистический бюллетень январь-декабрь 2014 г. / Министерство транспорта РФ. – Москва: 2015. – 74 с. [Электронный ресурс]

URL http://www.mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION_ID=701#document_27078 (дата обращения 10. 05. 2015).

12. *Nikolaykin N. I., Matyagina A. M., Smirnova Yu. V.* A method of Ecological Estimation for Man-made Chemical and Greenhouse Gas Pollution // *Chemical and Petroleum Engineering*, Vol. 43, Nos. 9-10, 2007. P. 612-616.