

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ И УЩЕРБОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 504.75

**В.В. Карманов, Г.С. Арзамасова,
И.В. Новикова, Н.Н. Слюсарь**

Пермский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНОВ ТБО

Рассмотрена возможность применения методологии систематической оценки рисков для объектов городской инфраструктуры на примере процесса удаления биогаза с полигонов твердых бытовых отходов. Приведено описание используемой методологии и основные результаты, получаемые при анализе рисков для выбранного процесса.

Ключевые слова: риск, угроза, уязвимость, оценка риска, полигон.

Урбанизированные территории являются сложной системой, включающей в себя множество объектов и процессов, к которым предъявляются определенные требования, в том числе требования безопасности.

Безопасность процессов, реализуемых на урбанизированных территориях, оценивается в первую очередь с точки зрения отсутствия вреда здоровью населения, обеспечения качественной среды их обитания, а также минимизации воздействия на окружающую среду.

Одним из необходимых процессов, реализуемых на урбанизированных территориях и обеспечивающих их экологическую безопасность, является процесс обращения с отходами производства и потребления, к которым относятся сбор, транспортировка, переработка и захоронение отходов на полигонах.

При этом любой полигон твердых бытовых отходов представляет собой большой биохимический реактор, в теле которого в процессе эксплуатации, а также в течение нескольких де-

сятителей после закрытия в результате анаэробного разложения отходов растительного и животного происхождения образуется биогаз, иначе называемый «свалочный газ», представляющий собой смесь метана (до 55 %) и углекислого газа (до 45 %) [1].

Существует множество опасностей, связанных с образованием биогаза на полигоне. Попадание его в атмосферу вызывает ряд негативных последствий. Известно много случаев отравления при техническом обслуживании углубленных инженерных коммуникаций. Накопление газа в теле свалки зачастую вызывает самовозгорание твердых бытовых отходов. Содержание в газозвоздушной смеси от 5 до 15 % метана и 12 % кислорода является взрывопожароопасной смесью, а сам процесс горения этой смеси сопровождается образованием токсичных веществ [2].

Для снижения и предотвращения негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения в результате образования свалочного газа современные полигоны оборудуются системой сбора и утилизации биогаза и фильтрата, что повышает его экологическую безопасность и снижает риски возгорания отходов и загрязнения подземных вод и почв.

Системы сбора и утилизации биогаза обычно представляют собой сеть вертикальных скважин, связанных между собой горизонтальными трубами, которые собирают получаемый биогаз и подают его в системы оборудования для последующего энергетического использования или выпуска в атмосферу после предварительной очистки.

Система сбора биогаза – неотъемлемый элемент полигона твердых бытовых отходов, и обеспечение ее безопасности и экологичности является приоритетным с точки зрения снижения негативного воздействия от захоронения отходов на полигонах твердых бытовых отходов. Тем не менее системы сбора биогаза, включающие в себя его сбор, транспортировку и удаление, не всегда являются безопасными, и всегда существуют риски внештатных ситуаций, связанные с неполным сбором, взрывом или утечкой биогаза, которыми необходимо управлять.

Существует множество разных определений риска. В общем случае риск представляет собой произведение вероятности возникновения неблагоприятного события и его последствий с точки зрения нанесенного ущерба.

Наиболее распространенное определение риска представляет двухфакторную модель:

$$\text{Риск} = \text{Вероятность} \times \text{Ущерб},$$

где вероятность наступления неблагоприятного события оценивается экспертными методами или на основе статистических данных. Ущерб представляет собой величину потерь организации, возникших при наступлении риска. Сложность использования данного метода заключается в том, что не всегда доступны подходящие статистические данные, необходимые для расчета риска.

В отличие от двухфакторных, использование трехфакторных моделей оценки риска позволяет более детально проводить анализ в связи с использованием для расчета величины риска дополнительных факторов:

$$\text{Риск} = \text{вероятность} \times \text{тяжесть последствия} \times \\ \times \text{возможность обнаружения события.}$$

Проблема использования данных методов заключается в том, что они предполагают расчет величины риска, не давая информацию о факторах, через которые можно воздействовать на риск для снижения его величины. Для решения данной проблемы удобно использовать методологию систематической оценки риска в соответствии с формулой

$$R = V \cdot T \cdot I,$$

где R – величина риска; V – уровень «уязвимости»; T – уровень «угрозы»; I – уровень «воздействия/ущерба» [4].

Под угрозой понимается потенциальная причина нежелательного события, который может причинить вред и вызвать негативные последствия. Примером угрозы могут служить неправильные действия персонала, отказы и поломки оборудования, отклонение параметров процесса от запланированных величин, возгорание.

Уязвимость определяется как характеристика, присущая ресурсу, с помощью которой могут быть реализованы одна или несколько угроз: недостаточно квалифицированный персонал, недостаточная периодичность диагностики исправности оборудования, отсутствие пожарной сигнализации.

Основное преимущество предложенной методологии расчета риска заключается в том, что данный анализ направлен на выявление «уязвимостей» в технологическом процессе, которые в дальнейшем (на этапе разработки мероприятий по управлению рисками) используются в качестве контролируемого и управляемого параметра [4].

Идентификация угроз и уязвимостей процесса должна производиться с учетом нормальных условий функционирования, аварийных ситуаций. Также должны учитываться потенциальные угрозы, связанные с планируемыми видами деятельности, и производственно-хозяйственная деятельность, осуществляемая в организации ранее, с которой могут быть связаны определенные угрозы и уязвимости в настоящее время.

Оценка величины угроз и уязвимостей проводится при помощи экспертов с использованием заранее разработанных шкал. Каждому уровню угрозы и уязвимости должна соответствовать определенная характеристика. Один из вариантов шкалы угроз представлен в табл. 1 [3].

Важным этапом расчета величины риска является определение величины ущерба, поскольку именно этот параметр, выраженный в денежном эквиваленте, является приоритетным критерием для определения величины допустимости риска. Расчет ущерба в результате наступления неблагоприятного события представляет собой оценку стоимости потерянных предприятием ресурсов, включающих в себя не только материальные активы, но и нематериальные (персонал, имидж).

Таблица 1

Шкала угроз

Уровень угрозы в баллах	Название уровня угрозы	Описание (характеристика рассматриваемого процесса, определяющая уровень угрозы)
1	Очень низкий	Существование угрозы определено теоретической возможностью
2	Низкий	Существование угрозы подтверждено однократным воздействием на процесс на аналогичных производствах, но никогда не проявлялось на рассматриваемом производстве
3	Средний	Существование угрозы подтверждено на аналогичных производствах 2 и более раз, но никогда не проявлялось на рассматриваемом производстве
4	Высокий	Существование угрозы подтверждено однократным воздействием на процесс на рассматриваемом производстве в предшествующие периоды времени
5	Очень высокий	Существование угрозы подтверждено многократными (2 и более раз) фактами воздействия на процесс на рассматриваемом производстве в предшествующие периоды времени

После расчета величины риска для тех рисков, чей уровень является неприемлемым для конкретного предприятия, должны быть разработаны мероприятия, направленные на снижение величины рисков. Основные методы управления рисками: снижение уровня риска (разработка мероприятий, позволяющих компании понизить степень риска), передача риска (страхование рисков), избегание риска (отказ от деятельности, реализация которого связана с рисками), принятие риска на себя и удержание его на приемлемом уровне.

Важным условием для реализации данной методологии является подбор экспертов, среднее количество которых может составлять от семи до девяти человек. В качестве экспертов могут выступать специалисты, компетентные в вопросах исследуемого процесса (руководители и ведущие специалисты в области промышленной безопасности, охраны труда и экологии, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, инженерно-технические работники, ответственные за эксплуатацию технического оборудования и применение технологических процессов на производственных объектах, специалисты проектных организаций и др.). В целом количество экспертов не ограничено, это зависит от целей, сложности процесса и необходимости рассматривать процесс глубоко и подробно.

Данная методология применима для управления рисками любых реализуемых процессов, объектов и систем, реализуемых и присутствующих на урбанизированных территориях: строительство, управление муниципальным транспортом, управление системами коммунального хозяйства (теплоснабжение, водоснабжение, канализация), обращение с отходами, управление системами связи и т.д.

В настоящей работе рассматривается применение методологии для управления рисками процесса сбора и удаления биогаза с полигона твердых бытовых отходов.

Для исследования был выбран экспериментальный закрытый полигон Breitenau (Вена, Австрия) объемом 95 тыс. т. Данный полигон оборудован системой сбора биогаза и фильтрата. Система сбора биогаза представляет собой сеть вертикальных скважин, связанных между собой горизонтальными трубами, которые собирают получаемый биогаз и выпускают его в атмосферу после предварительной очистки и окисления на биофильтрах. Исследование проводилось на кафедре «Institute of Water Quality, Resources and Waste Management» Венского технического университета (TU Wien) в период с ноября по декабрь 2010 года.

При анализе рисков для упрощения задачи и выявления всех ресурсов деятельность рассматривают через составляющие ее процессы. Поэтому первым этапом исследования являлось построение с помощью экспертов функциональной модели процесса сбора и утилизации биогаза (рис. 1), представляющей собой ее графическое изображение в виде отдельных блоков (функций), отражающих последовательность выполнения операций с входящими и выходящими из блоков потоками (ресурсами на входе и выходе).

Анализ модели показал, что наиболее опасным с точки зрения вероятности и последствий различных нештатных ситуаций и инцидентов является блок А4 – Подготовить «свалочный газ (СГ)» к очистке на биофильтрах. Поэтому было принято решение о проведении декомпозиции данного элемента. Блок А4 был декомпозирован на блоки: А41 – Отделить механические примеси; А42 – Приготовить газовоздушную смесь; А43 – Измерить концентрацию метана в смеси; А44 – Повысить давление газовоздушной смеси; А45 – Отделить микробиологические примеси.

После построения функциональной модели процесса, выявления ее технологических особенностей необходимо было установить основные угрозы и уязвимости (табл. 2).

Выявление угроз и уязвимостей осуществляется с помощью группы экспертов. Эксперты могут быть как внутренние, так и внешние. В качестве внутренних экспертов могут вступать представители организации, обслуживающей полигон, в качестве внешних экспертов – специалисты проектирующих организаций, органы муниципальной власти. Для оценки ресурсов и установления величины ущерба в денежном эквиваленте могут быть привлечены специалисты по оценке материальных и нематериальных активов.

Для исследования процесса сбора и утилизации биогаза на полигоне было привлечено два эксперта, так как не ставилась задача подробного рассмотрения процесса.

Следующим шагом являлось ранжирование возможных угроз и уязвимостей в соответствии с предложенной моделью ранжирования.

Для данного исследования угрозы и уязвимости ранжировались по 5-балльной шкале: от очень низкого до очень высокого уровня. Описание шкалы ранжирования угроз приведено в табл. 1.

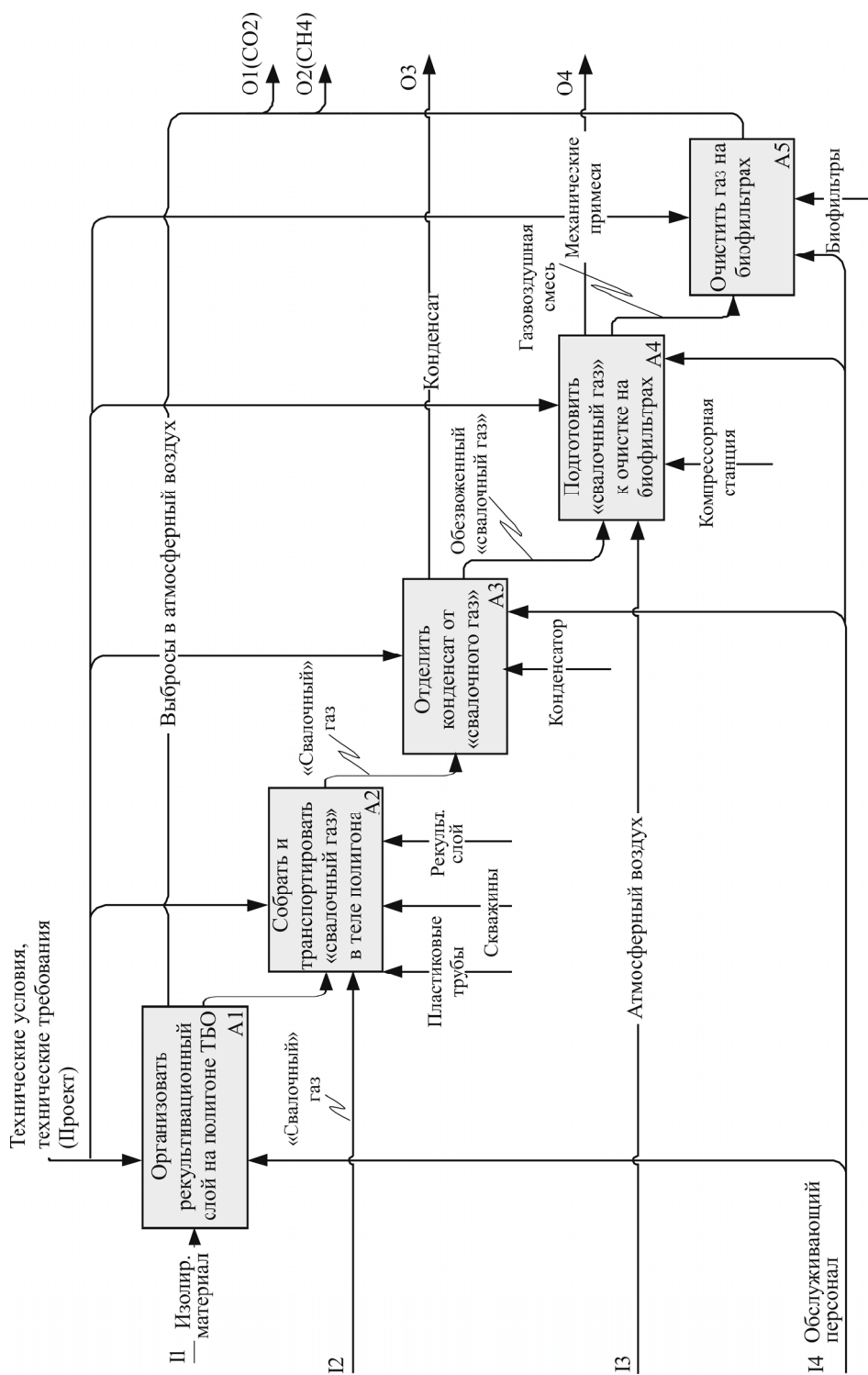


Рис. 1. Функциональная модель сбора биогаза на полигоне ТБО

Таблица 2

Перечень угроз и уязвимостей

Риск	Угрозы	Уязвимости
R1 Неполный сбор газа в теле полигона (скопление газа в теле полигона)	T1 Нарушение герметичности труб и соединений внутри полигона T9 Разрушение верхнего покрытия	V1 Отсутствие контроля концентрации метана на поверхности полигона (под рекультивационным слоем) V2 Конструкционные особенности узлов стыковки горизонтальных труб с вертикальными колодцами V18 Отсутствие методов контроля за целостностью верхнего покрытия
R2 Выброс «СГ» в окружающую среду	T2 Нарушение герметичности труб и соединений вне зоны полигона	V4 Отсутствие методов контроля герметичности труб и соединений в период межсервисного обслуживания V2 Конструкционные особенности узлов стыковки горизонтальных труб V5 Отсутствие средств диагностики утечек из трубопроводов
R3 Попадание влаги на оборудование газокomppressorной станции	T3 Неполное удаление конденсата	V6 Отсутствие методов контроля влажности «СГ» V7 Конструкционные особенности системы отвода конденсата
R4 Взрыв на газокomppressorной станции	T4 Образование взрывоопасной концентрации (концентрация метана выше 4 %) T5 Образование искры от неисправной электропроводки	V9 Конструкционные особенности системы подачи воздуха V10 Конструкционные особенности входного клапана V11 Отсутствие дублирующего оборудования контроля концентрации метана V12 Отсутствие дублирующего оборудования контроля технологических параметров
R5 Возгорание на газокomppressorной станции	T6 Выход из строя контрольно-измерительного оборудования	V8 Конструктивные особенности системы подачи воздуха V5 Отсутствие средств диагностики утечек из трубопроводов V13 Отсутствие системы контроля за исправностью электрических сетей V14 Отсутствие резервной системы обеспечения электричеством V15 Отсутствие системы контроля за работой компрессора V8 Достоверность анализа

Окончание табл. 2

Риск	Угрозы	Уязвимости
R6 Выброс газовой воздушной смеси в окружающую среду без очистки	T7 Разгерметизация технологических участков с выбросом загрязняющих веществ	V4 Отсутствие методов контроля герметичности труб и соединений в период межсервисного обслуживания V5 Отсутствие средств диагностики утечек из трубопроводов
R7 Выброс метана в атмосферу	T8 Неполное окисление метана	V16 Отсутствие системы измерения концентраций метана на выходе с биофильтров V17 Отсутствие системы контроля за параметрами работы биофильтров (температура, влажность, содержание микроорганизмов)

На следующем этапе выявлялись и ранжировались возможные воздействия. В соответствии с применяемой методологией величина воздействия (или ущерба) представляет собой потери организации, выраженные в денежной величине. Для данного процесса совместно с экспертами решено было использовать качественную шкалу ущербов, что связано с отсутствием данных о стоимости оборудования и обслуживания полигона, а также ограниченным количеством времени для поиска аналогичных данных. Ущерб от возможных аварийных ситуаций был разделен на три группы в соответствии с объектом воздействия: экологическое воздействие, ущерб, связанный с повреждением и/или потерей оборудования, а также воздействия, связанные с нанесением вреда здоровью обслуживающего персонала (табл. 3).

После ранжирования угроз, уязвимостей и возможных воздействий был проведен математический расчет рисков с помощью программного продукта «NESTIA-Risk». Для построения матрицы рисков произведение величины угроз и уязвимостей также ранжировалось от 1 до 5. Максимальная величина риска составляет 25, минимальная – 1.

Далее совместно с экспертами была определена величина допустимого риска, которая составила 12. Матрица приемлемости риска для данного процесса представлена на рис. 2.

Таблица 3

Ранжирование ущерба

Уровень ущерба, в баллы	Уро- вень ущер- ба	Описание ущерба		
		Экологический ущерб	Ущерб оборудованию	Вред, причинен- ный жизни и здо- ровью персонала
1	Очень низ- кий	Незначительный выброс биогаза в биосферу	Незначительный ущерб оборудо- ванию. Ремонт оборудования не требуется	Человеку вреда не причинено
2	Низ- кий	Незначительный выброс биогаза в почву	Ущерб, требую- щий остановки оборудования на 1–10 ч	Временная нетру- доспособность че- ловека (не более чем на 1 день)
3	Сред- ний	Незначительный выброс биогаза в атмосферу и поч- ву	Ущерб, требую- щий остановки оборудования на день и замена недорогих частей оборудования	Вред здоровью причинен не более чем 1 чел. с поте- рей трудоспособно- сти не более чем на 1 месяц
4	Вы- сокий	Эмиссия метана в атмосферу без очистки	Ущерб, требую- щий остановки оборудования более чем на 2 дня и замена обо- рудования	Вред нанесен более чем 1 чел. с вре- менной потерей трудоспособности (от 1 месяца)
5	Очень высо- кий	Эмиссия продук- тов горения в атмосферу	Полное разру- шение оборудо- вания	Полная нетрудо- способность или смерть 1 или более людей

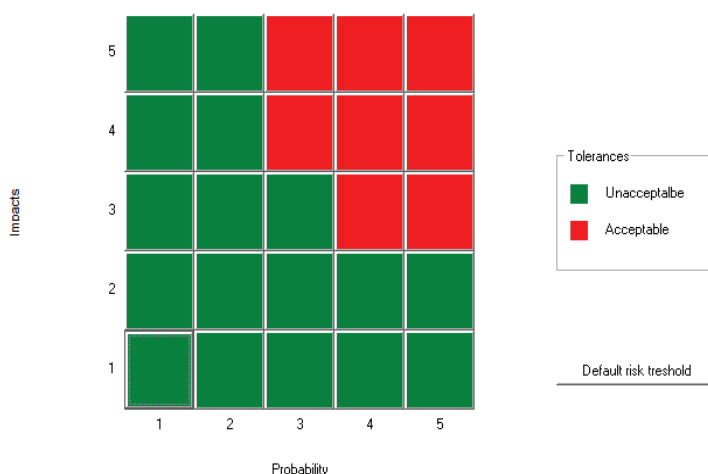


Рис. 2. Матрица приемлемости риска для процесса сбора и утилизации биогаза

Результаты количественной оценки риска, рассчитанные с помощью программного продукта «NESTIA-Risk», представлены на рис. 3.

Impact names: A - Environmental damage, B - Equipment damage, C - People, X - Y - Z -

Threat	Vulnerability	Asset / Activity name(+)	Risk	Threat	Vulnerability	Probability	A	B	C
Integrity violation of pipes and pipe junctions inside	Lack of methane concentration control at landfill surf	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	3	5	1	1	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions inside	Lack of methane concentration control at landfill surf	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	1	2	1	1	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions outside	Design features of pipes and junction between hori	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	1	2	3	2	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions outside	Design features of pipes and junction between hori	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	1	2	1	1	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions outside	Lack of pipes and pipe junction control integrity bet	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	3	6	3	2	1
Destruction of top cover	Lack of control methods of top cover integrity	A1 Collect and transport landfill gas	1	1	3	3	5	5	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions outside	Lack of tools for the detection of pipeline leaks	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	3	6	3	2	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions inside	Lack of methane concentration control at landfill surf	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	3	6	1	1	1
Incomplete removal of condensate	Lack of control methods of landfill gas humidity	A2 Separate condensate from landfill gas	5	3	5	15	1	4	1
Incomplete removal of condensate	Design features of condensate removal system	A2 Separate condensate from landfill gas	5	3	5	6	1	4	1
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of reserved technological parameters control eq	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of reserved methane concentration control eq	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Design features of inlet valve	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	2	4	3	5	5
Failure of test equipment	Reliability analysis	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of electricity control system	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of tools for the detection of pipeline leaks	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	3	6	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of electricity control system	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Reliability analysis	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Design features of air supply system	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	2	4	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of tools for the detection of pipeline leaks	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	3	6	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of reserved technological parameters control eq	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of reserved methane concentration control eq	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Design features of inlet valve	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	2	4	3	5	5
Failure of test equipment	Reliability analysis	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of reserved system of electricity supply	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of technological parameters control for compre	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	3	6	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of reserved system of electricity supply	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of technological parameters control for compre	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	3	6	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Design features of air supply system	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	2	4	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Reliability analysis	A3 Prepare landfill gas for biological treatment	5	2	5	10	3	5	5
Incomplete oxidation of methane at biofilters	Lack of technological parameters control at biofilters	A4 Biological treatment of landfill gas in biofilt	5	3	5	15	3	1	1
Incomplete oxidation of methane at biofilters	Lack of methane concentration control at biofilters o	A4 Biological treatment of landfill gas in biofilt	5	3	5	15	3	1	1

Рис. 3. Результаты расчета рисков

После расчета рисков на рис. 2 видно, какие риски попали в красную зону. Для этих рисков требуется разработка мероприятий по снижению их величины.

При изменении допустимой величины риска на 20 (рис. 4) в красную зону попадают другие виды рисков (рис. 5).

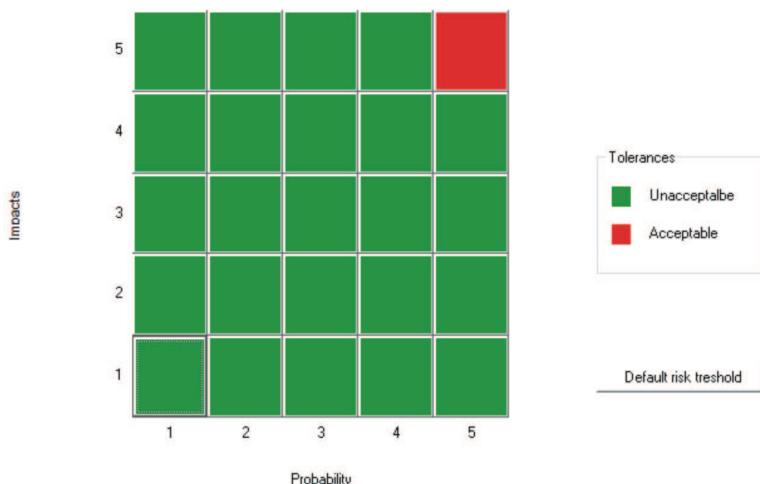


Рис. 4. Матрица приемлемости рисков процесса (приемлемый уровень составляет 20)

Impact names: A - Environmental damage, B - Equipment damage, C - People, X - Y - Z -

Threat	Vulnerability	Asset / Activity name(+)	Risk	Threat	Vulnerability	Probability	A	B	C
Integrity violation of pipes and pipe junctions	Design features of pipes and junction	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	1	2	1	1	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions	Design features of pipes and junction	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	1	2	3	2	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions	Design features of pipes and junction	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	1	2	1	1	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions	Lack of pipes and pipe junction contr	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	3	6	3	2	1
Destruction of top cover	Lack of control methods of top cover	A1 Collect and transport landfill gas	1	1	3	3	5	5	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions	Lack of tools for the detection of pipe	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	3	6	3	2	1
Integrity violation of pipes and pipe junctions	Lack of methane concentration contri	A1 Collect and transport landfill gas	1	2	3	6	1	1	1
Incomplete removal of condensate	Lack of control methods of landfill gas	A2 Separate condensate from landfill g	1	3	2	15	1	4	1
Incomplete removal of condensate	Design features of condensate remov	A2 Separate condensate from landfill g	1	3	2	6	1	4	1
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of reserved technological parame	A3 Prepare landfill gas for biological trea	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of reserved methane concentra	A3 Prepare landfill gas for biological trea	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Design features of inlet valve	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	2	4	3	5	5
Failure of test equipment	Reliability analysis	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of electricity control system	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of tools for the detection of pipe	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of electricity control system	A3 Prepare landfill gas for biological trea	5	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Reliability analysis	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Design features of air supply system	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	2	4	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of tools for the detection of pipe	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	3	6	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of reserved technological parame	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Lack of reserved methane concentra	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	5	10	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Design features of inlet valve	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	5	10	3	5	5
Failure of test equipment	Reliability analysis	A3 Prepare landfill gas for biological trea	5	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of reserved system of electricity	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of technological parameters cor	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	3	6	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of reserved system of electricity	A3 Prepare landfill gas for biological trea	5	2	5	10	3	5	5
Sparks from faulty electrical wiring	Lack of technological parameters cor	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	3	6	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Design features of air supply system	A3 Prepare landfill gas for biological trea	1	2	2	4	3	5	5
Formation of dangerously explosive mixtures	Reliability analysis	A3 Prepare landfill gas for biological trea	5	2	5	10	3	5	5
Incomplete oxidation of methane at biofilters	Lack of technological parameters cor	A4 Biological treatment of landfill gas in	1	3	5	15	3	1	1
Incomplete oxidation of methane at biofilters	Lack of methane concentration contri	A4 Biological treatment of landfill gas in	1	3	5	15	3	1	1

Рис. 5. Результаты расчета рисков при допустимой величине риска, равной 20

Методология оценки и анализа рисков предполагает на конечном этапе разработку мероприятий по снижению величины рисков, находящихся в красной зоне, и расчет остаточной величины риска. Для системы сбора и утилизации биогаза на полигоне Breitenau такая задача не решалась. Итогом работы являлось составление отчета и предложение рекомендаций по снижению величины рисков (табл. 4).

Таблица 4

Отчет об оценке рисков

Процесс	Угроза	Воздействие	Уровень угроз	Уровень уязвимостей	Уровень текущего риска	Метод предотвращения	После проведения мероприятий		Статус риска
							Уровень уязвимостей	Уровень остаточного риска	
Сбор биогаза	1	4	3	5	60 (16)	Внедрение системы контроля влажности биогаза перед компрессорной станцией	1	12 (4)	Приемлемый

Окончание табл. 4

Процесс	Угроза	Воздействие	Уровень угроз	Уровень уязвимостей	Уровень текущего риска	Метод предотвращения	После проведения мероприятий		Статус риска
							Уровень уязвимостей	Уровень остаточного риска	
	2	5	2	5	50 (15)	Внедрение дополнительной системы контроля концентрации метана	1	20 (5)	Примлемый
	3	3	5	3	45 (12)	Измерение концентрации метана	1	15 (6)	Примлемый

1: угроза – неполное удаление конденсата; уязвимость – отсутствие методов контроля влажности биогаза.

2: угроза – образование взрывоопасной смеси (концентрация метана более 4 %); уязвимость – отсутствие дублирующего оборудования контроля концентрации метана.

3: угроза – неполное окисление метана на биофильтрах; уязвимость – отсутствие системы измерения концентраций метана на выходе с биофильтров.

Внедрение системы управления рисками позволяет использовать величину сокращаемого риска в качестве критерия оценки эффективности реализуемых на урбанизированных территориях мероприятий.

Управление рисками для процессов, реализуемых на урбанизированных территориях, разработанное как целостная система, позволяет выявлять угрозы в реализации основных процессов и реализации стратегических целей и задач и информировать о них высшее руководство через отчетность в области анализа и оценки рисков [4]. Внедряя систему управления рисками в соответствии с современными принципами и подходами к управлению, помимо выявления рисков и снижения их до допустимого уровня, предприятие обеспечивает оценку потерь, которые компания может понести в плановом периоде, и, соответственно, своевременное принятие необходимых мер с целью их избежания.

Библиографический список

1. Гелетуха Г.Г., Марценюк З.А. Обзор технологий добычи и использования биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов и перспективы их развития в Украине // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1999. – № 4. – С. 6–14.

2. Матвеев Ю.Б. Перспективы добычи и использования биогаза на украинских полигонах твердых бытовых отходов // Инвестиции и изменение климата: возможности для Украины: материалы междунар. конф. – Киев, 2002. – С. 186–190.

3. Карманов В.В., Новикова И.В. Методика управления рисками в сфере обращения с отходами // Инновации и управление рисками в теории и практике обращения с отходами: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Пермь, 2009. – С. 189–194.

4. Экологические риски процессов транспортировки газа по магистральным газопроводам / Г.С. Арзамасова, В.В. Карманов, С.И. Бурдюгов, В.Г. Халтурин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 6. – С. 6–9.

Получено 22.04.2011