УДК 338.4

DOI: 10.18384/2310-6646-2018-4-75-88

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ПОЗИЦИИ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

Новоселов А. Л.¹, Желтенков А. В.²

¹Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова
115054, г. Москва, Стремянный пер., д. 36, Российская Федерация

²Московский государственный областной университет
141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается проблема оценки риска отказа оборудования с учётом тяжести негативных последствий. Авторами проводится детальный анализ методов оценки физического износа и рекомендуются для использования приоритетные подходы. Для проведения экспертных оценок разработана нечёткая шкала, позволяющая повысить объективность экспертизы. Предложен интегрированный подход для прогноза физического износа, который основан на синтезе экспертных оценок и нормативного метода. Для оценки состояния оборудования с позиции риск-менеджмента предложен алгоритм оценки тяжести последствий отказа оборудования, в рамках которого проводится окончательная оценка риска износа на основе специально разработанной матрицы. В статье дан численный пример оценки риска отказа оборудования.

Ключевые слова: физический износ, последствия аварии, прогноз, отказ оборудования, шкала оценки, алгоритм, матрица оценки, нечёткие числа.

MAKING AN ASSESSMENT OF THE CONDITION OF EQUIPMENT FROM THE POSITION OF RISK MANAGEMENT

A. Novoselov ¹, A. Zheltenkov ²

¹Plekhanov Russian University of Economics
36, Stremyanny In., Moscow, 115054, Russian Federation

²Moscow Region State University
24, Vera Voloshina st., Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

Abstract. The article considers the problem of assessing the risk of equipment failure with account of the severity of negative consequences. The authors conduct a detailed analysis of methods for assessing physical deterioration and recommend priority approaches for use. For expert assessments a fuzzy scale has been developed that makes it possible to increase the objectivity of the examination. An integrated approach based on the synthesis of expert assessments and standard method is proposed for the forecast of physical depreciation. To assess the state of equipment from the position of risk management, an algorithm is proposed for assessing the severity of the consequences of equipment failure, within which a final assessment of

the wear and tear risk is based on a specially developed matrix. The article gives a numerical example of an equipment failure risk assessment.

Key words: physical wear, consequences of the accident, forecast, equipment failure, assessment scale, algorithm, assessment matrix, fuzzy numbers.

Введение

Промышленные предприятия, транспортные организации, а также предприятия, обеспечивающие жизнедеятельность в городах, могут причинить значительный ущерб населению и окружающей природной среде из-за технических неполадок оборудования. Технические неполадки оборудования возникают вследствие нарушения инструкций по его использованию (человеческий фактор) и физического износа. Например, в Москве возникает загрязнение атмосферного воздуха вследствие залпового выброса вредных веществ на Московском нефтеперерабатывающем заводе, а на заводе «Крымский Титан» г. Армянска в ночь на 24 августа 2018 г. произошел выброс сернистого ангидрида [1]. В результате работа завода была остановлена, а власти г. Армянска приняли решение на две недели объявить каникулы в школах и детский садах. Экологический ущерб составил 737 млн. руб.

Техногенные аварии и катастрофы происходят в разных странах, одна из наиболее серьёзных – в 1984 г. в индийском городе Бхопал случилась авария на химическом заводе. В первый час после аварии отравления получили свыше полумиллиона человек; около 4000 человек погибли в день аварии, а в последующие несколько лет скончалось ещё почти 16 тыс. чел. Расследование катастрофы установило, что причиной выброса паров метилизоцианата оказался разрыв аварийного клапана вследствие разогрева заводского резервуара выше температуры кипения. Методы оценки негативного воздействия и прогноза ущерба окружающей среде вследствие отказа оборудования освещаются в специальной литературе, например [8]. Однако оценки риска отказа оборудования с позиции риск-менеджмента, т. е. численного метода интегрированной оценки риска на основе прогнозов физического износа и тяжести последствий аварии, до сих пор не разработаны.

Рост аварийности на промышленных объектах и транспорте связан в первую очередь с износом оборудования. Износ оборудования в России по оценкам МЧС [2] в 2016 г. составлял около 70%, в т. ч. для предприятий энергостроительной отрасли – около 70%, электросети – 58%, износ основных фондов предприятий лесной промышленности – в пределах 40%, фондов ЖКХ – более 60%, фонды водоснабжения и канализации городов – 65%. Решение проблемы обновления основных фондов требует значительных инвестиций, которые одновременно не могут осуществить ни государство, ни частный инвестор. Поэтому необходим показатель оценки состояния оборудования с позиции риск-менеджмента.

Постановка задачи

Оценка состояния оборудования с позиции риск-менеджмента основывается на интеграции показателя износа оборудования и комплексной оценки не-

гативных последствий, которые могут проявиться при аварии (внезапной поломке) рассматриваемого оборудования или группы оборудования, формирующей технологическую цепочку. Такая оценка риска может влиять на эффективность использования новой техники и продлить её безаварийное использование [5], а также снижение энергозатрат при функционировании оборудования [6]. В технико-экономических расчётах используется показатель риска, который равен произведению вероятности наступления негативного события на величину экономической оценки ущерба [9]. Для формирования аналога показателя риска отказа оборудования (технологической цепочки) необходимо:

1. разработать метод оценки вероятности аварии оборудования на основе его физического износа.
2. предложить метод оценки размера ущерба в случае аварии;
3. сформировать и предложить процедуру оценки показателя, учитывающего вероятности аварии оборудования на основе его физического износа и размера ущерба в случае аварии.

Анализ методов оценки физического износа оборудования

Рассмотрим варианты оценки вероятности аварии оборудования на основе его физического износа. Авторами был проведён анализ десяти методов оценки физического износа по трём критериям: алгоритмической простоте, информационной обеспеченности, достоверности результата. Для этих критериев была задана важность, оценённая экспертным образом:

- важность алгоритмической простоты – 0,1;
- важность информационной обеспеченности – 0,3;
- важность достоверности результата – 0,6.

При этом суммарная важность критериев равна единице. В табл. 1 приведена оценённая коллективом экспертов степень удовлетворения, приведённых выше критериев рассматриваемыми методами оценки физического износа оборудования. В последней колонке табл. 1 даны результаты расчёта приоритета методов оценки физического износа оборудования как суммы степени удовлетворения метода заданным критериям с учётом их важности. Анализ полученных результатов показывает, что наибольшую оценку получили методы экспертизы состояния и нормативный метод.

Таблица 1

Шкала оценок по избранным критериям с учётом присвоенных весов

Наименование метода	Степень удовлетворения методов приведённым критериям оценки			Приоритет метода
	Алгоритмическая простота	Информационная обеспеченность	Достоверность результата	
Метод эффективного возраста	2	2	3	2,6
Нормативный метод	4	4	3	3,4

Наименование метода	Степень удовлетворения методов приведённым критериям оценки			Приоритет метода
	Алгоритмическая простота	Информационная обеспеченность	Достоверность результата	
Метод анализа циклов	2	3	3	2,9
Метод снижения доходности	1	2	3	2,5
Метод анализа динамики производительности	4	3	3	3,1
Метод поэлементного расчёта	2	2	4	3,2
Прямой метод	2	3	2	2,3
Метод снижения потребительских свойств	2	2	2	2
Метод экспертизы состояния	4	4	4	4
Метод корреляционного анализа	1	2	2	1,9
Коэффициент весомости критерия	0,1	0,3	0,6	-

Реализация каждого из методов может быть осуществлена различными способами. Нормативный метод предполагает зависимость физического износа от срока службы оборудования, здания, сооружения. Такая взаимосвязь представлена на графике (рис. 1).

Рис. 1. Линейная (нормативная) модель физического износа

Линия показывает нормативный износ – в третий год он составляет 30%, в пятый год – 50%, в конце эксплуатации (10 год) износ составляет 100%.

Есть и более сложные модели, в которых авторы предлагают нелинейную зависимость рассматриваемых параметров. Например, модифицированный метод срока службы на основе статистических данных по подобным техническим объектам позволяет построить зависимость обратной величины износа D от срока службы по формуле:

Окончание таблицы 1

$$D = 1 - e^{-1,6 \left(\frac{T_{xp}}{T_{cc}} \right)} \quad (1),$$

где T_{xp} – хронологический возраст объекта оценки (оборудования);

T_{cc} – срок службы объекта (оборудования).

Модели, основанные на статистической обработке данных, являются трудоёмкими, требуют мониторинга за изменением оборудования и, соответственно, обновления. Статистическая информация должна быть актуальна и соответствовать используемому оборудованию, конструкции зданий и т. д. Т. е. такой подход весьма трудоёмок и требует использования специального математического аппарата. Поэтому достаточно линейной оценки физического износа оборудования [7].

Рассмотрим методы экспертной оценки физического износа. Этот метод предполагает привлечение экспертов для оценки фактического состояния оборудования, исходя из их внешнего вида, условий эксплуатации и других факторов. В качестве экспертов можно использовать работников ремонтной службы предприятия. Оценщик может воспользоваться уже имеющимися данными периодически проводимых обследований состояния оборудования.

Наряду с данной рекомендованной Росстатом шкалой можно воспользоваться и другими шкалами. Например, Методика оценки технического состояния оборудования и объектов электроэнергетики предлагает 5 градаций [3]. В ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» принята шкала из пяти градаций.

К недостатку экспертной оценки, основанной на точных количественных значениях, относится трудность оценки эксперта. Поскольку проведение экспертных оценок – весьма сложная задача, для этого целесообразно воспользоваться лексическими оценками, которые затем можно преобразовать в численные значения. В этих целях целесообразно воспользоваться теорией нечётких множеств и использовать нечёткие числа, которым ставятся в соответствие лексические оценки [11]. Данный подход успешно используется при решении разнообразных задач в социально-экономической сфере [10]. В данной работе были использованы нечёткие треугольные числа [12], которые дают оценки границ числовой характеристики, т. е. минимальное и максимальное значения с минимальной уверенностью, а также ожидаемое значение с максимальной уверенностью.

Для проведения экспертной оценки предлагается использовать нечёткую оценку с разработанной шкалой. В табл. 1 представлена шкала для оценки значимости критериев.

Окончательная оценка износа определяется с помощью дефаззификации, т. е. перевода нечёткого числа в соответствующее ему чёткое значение. В данном случае рекомендуется определить расстояние от начала числовой оси до нечёткого треугольного числа по формуле:

$$R(\hat{A}) = 0,25 \left(A^{\min} + 2A^{av} + A^{\max} \right) \quad (2)$$

Однако метод экспертных оценок фиксирует текущее состояние и не позволяет осуществить прогнозную оценку, которая необходима для формирования инвестиционной программы технического развития предприятия.

Прогноз аварии оборудования на основе его физического износа

В разработанном механизме интегрируются два подхода – линейная оценка износа оборудования в зависимости от срока службы и экспертная оценка износа на момент оценки. Экспертная оценка физического износа позволяет скорректировать сроки службы оборудования. Линейная (нормативная) модель физического износа представлена на рис. 3. Если в пятый год эксплуатации оборудования проводится экспертная оценка и в её результате фактическое значение физического износа оборудования оценивается ниже нормативного, например 30%, линия нормативного износа смещается вниз (пунктирная линия на рис. 3а).

Смещённая линия износа на рис. 3а позволяет установить, что срок службы оборудования увеличился на 2 года.

Если же в пятый год эксплуатации оборудования экспертная оценка показывает фактическое значение физического износа оборудования выше нормативного, например, 60%, то линия нормативного износа смещается вверх (пунктирная линия). На рис. 3б показана рассматриваемая ситуация – смещённая линия позволяет установить, что срок службы оборудования сократился на 1 год.

а) возрастание срока использования оборудования

б) сокращение срока использования оборудования

Рис. 3. Смещение нормативной линии физического износа на основе экспертной оценки показывает изменение срока использования оборудования

Таблица 2

Нечёткая шкала для оценки технического состояния

Лексическая оценка технического состояния объектов ¹	Группы технического состояния ²	Характеристика технического состояния машин, оборудования, транспортных средств, инструмента, инвентаря	нечёткое треугольное число ³		
			(min)	(av)	(max)
Очень хорошее состояние	Группа «А»	Оборудование имеет незначительную наработку, не проходило капитальный ремонт вследствие незначительного износа	0,00	0,00	0,25
Хорошее состояние	Группа «Б»	Оборудование по наработке прошло капитальный ремонт, а в межремонтные интервалы оборудование работает без аварий	0,00	0,25	0,50
Удовлетворительное состояние	Группа «В»	Оборудование прошедшее более 1 капитального ремонта и (или) имеющее сбои в работе чаще, чем положено проведением плана предупредительного ремонта (не вызывает аварийных ситуаций)	0,25	0,50	0,75
Неудовлетворительное состояние	Группа «Г»	Оборудование находится в аварийном состоянии, опасно в эксплуатации, не может эксплуатироваться без постоянного надзора	0,50	0,75	1,00
Критическое состояние	Группа «Д»	Оборудование, включение которого невозможно и (или) опасно для работы предприятия, и (или) жизни и здоровья обслуживающего персонала.	0,75	1,00	1,00

¹ Ист. [3].

² Принято в практике планирования ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»

³ Нечёткое треугольное число отмечается сверху символом “^” и записывается в виде тройки чисел, например, для лексической оценки “Хорошее состояние” соответствующее число имеет вид: $\hat{A} = (A^{min}, A^{av}, A^{max}) = (0,00; 0,25; 0,50)$, и уверенность в том, что значение оценки равно 0,00 или 0,50, равна нулю, а уверенность в том, что это значение будет равно 0,25, равна единице.

Алгоритм оценки тяжести последствий и риска отказа оборудования

В разработанном алгоритме предлагается основываться на учёте четырёх факторов для оценки тяжести последствий (табл. 3) и семи факторов оценки тяжести последствий отказа оборудования, связанного с физическим износом (табл. 4).

Таблица 3

Система факторов для оценки тяжести последствий

Факторы	Название фактора
1	Наличие нарушений обязательных требований, выявленных в результате проверок надзорных органов, повлекших применение административных санкций.
2	Наличие исков и судебных решений о возмещении вреда в пользу третьих лиц, чьи права были нарушены вследствие несоблюдения на объекте обязательных требований.
3	Наличие обоснованных жалоб потребителей услуг водоснабжения и водоотведения, явившихся причиной дополнительных расходов для добровольного выполнения обязательств со стороны предприятия.
4	Наличие претензий поставщиков, подрядчиков, иных лиц, связанных с предприятием обязательствами на основе договоров, соглашений и иных определённых условиях, повлекших дополнительные издержки.

Таблица 4

Система факторов для оценки тяжести последствий

Факторы	Название фактора
1	Устранение аварий с перерывами в работе
2	Устранение аварий без перерывов в работе
3	Инциденты
4	Дефекты
5	Нарушения и сбои в работе
6	Внеплановые ремонты
7	Остальные факторы

Введём следующие обозначения для построения алгоритма прогнозирования тяжести последствий при отказе оборудования:

X_{it} – количество повторений фактора i в год t ($i=1,2,...,n$, $t=1,2,...,T$);

S_{it} – денежные расходы в связи с реализацией фактора i в год t ($i=1,2,...,n$, $t=1,2,...,T$), тыс. руб/год;

T – число лет наблюдений (не менее трёх);

D_i – оценка физического износа в год T для рассматриваемого элемента объекта (состава сооружения) в градациях («А», «Б», «В», «Г», «Д») на основе шкалы из табл. 2.

Пошаговый алгоритм

Шаг 1. Находятся денежные расходы на одно повторение фактора i : $Z_{iT} = \frac{S_{iT}}{X_{iT}}$

Шаг 2. Определяется прогнозное значение повторений факторов как среднее из числа повторений за период T : $\bar{X}_i = \frac{\sum_{t=1}^T X_{it}}{T}$

Шаг 3. Определяется прогнозная оценка тяжести последствий, связанных с фактором i : $V_i = \bar{X}_i Z_{iT}$

Шаг 4. Осуществляется перевод оценки тяжести последствий в градации («А», «Б», «В», «Г», «Д») на основе разработанной шкалы (табл. 5), аналогично утверждённому ранее стандарту¹. Возможна экспертная корректировка данной шкалы.

Таблица 5

Шкала для оценки тяжести последствий отказа оборудования

Градация	Пределы денежной оценки тяжести последствий, тыс. руб.	Характеристика тяжести последствий
«А»	от 0 до 3 000	ничтожная
«Б»	от 3 000 до 8 000	небольшая
«В»	от 8 000 до 15 000	средняя
«Г»	от 15 000 до 250 000	высокая
«Д»	более 250 000	чрезмерно высокая

Шаг 5. На основе прогнозной оценки тяжести последствий и оценки физического износа с помощью матричного подхода находится оценка риска, связанного с износом, исходя из риск-ориентированного подхода. Для этого находят оценку риска отказа оборудования с учётом износа в специально разработанной матрице (рис. 4) на пересечении столбца оценки физического износа и строки прогноза тяжести последствий.

¹ СТО-735 624 83-024-2016 «Регламент по формированию мероприятий инвестиционной программы организаций, осуществляющих деятельность в сфере водоснабжения и водоотведения», с. 86, 87, табл. 3, 4.

		Физический износ					Условные обозначения:		
		А	Б	В	Г	Д	Штрих	Балл	Оценка риска
Прогноз тяжести последствий	Д							Д	Крайне высокий
	Г							Г	Значительный
	В							В	Средний риск
	Б							Б	Небольшой риск
	А							А	Риска нет

Рис. 4. Матрица оценки риска отказа оборудования

Пример

Пусть физический износ соответствует «Б». Исходные данные для прогнозной оценки тяжести последствий представлены в табл. 6. В этой же таблице проведён расчёт прогноза тяжести последствий в соответствии с шагами 1–3 алгоритма, рассмотренного выше.

Таблица 6

Исходные данные и прогноз тяжести последствий отказа оборудования вследствие физического износа оборудования в разрезе учитываемых факторов

Номера факторов	Количество повторений фактора, ед.			Расходы на предотвращение последствий от аварий в 2017 г., тыс. руб/год	Среднее число повторений, ед.	Средние денежные расходы, тыс. руб/год	Прогноз тяжести последствий, тыс. руб/год
	2015	2016	2017				
1	10	25	18	3 000	17,67	169,81	3 056,60
2	6	6	4	800	5,33	150,00	600,00
3	12	9	11	1 020	10,67	95,63	1 051,88
4	10	14	12	4460	12,00	371,67	4 460,00

Прогноз тяжести последствий по всем учитываемым факторам составляет 9 168,48 тыс. руб./год. В случае использования скорректированной экспертами шкалы (табл. 5) проводится перевод тяжести последствий из денежного выражения в градации («А», «Б», «В», «Г», «Д»). Для рассматриваемого оборудования тяжесть последствий «В» (средняя). Окончательная оценка риска с учётом тяжести последствий и физического износа оборудования приведена в рис. 5, в которой полученный результат отмечен символом Δ.

Оценка последствий		Физический износ				
		А	Б	В	Г	Д
Прогноз тяжести последствий	Д					
	Г					
	В					
	Б					
	А					

Рис. 5. Матричная оценка риска отказа оборудования

В результате расчёта установлено, что для рассматриваемого элемента объекта риск с учётом физического износа и тяжести последствий оценивается на уровне «В», т. е. как средний.

Заключение

Рассмотренный подход был апробирован для ряда предприятий, выполняющих функции обеспечения жизнедеятельности на уровне населённых пунктов, например водоканалы городов. Полученные результаты оказались соответствующими экспертным ожиданиям, что позволяет утверждать о целесообразности использования данного подхода и в других отраслях, например в недропользовании, транспортировке опасных грузов, предприятий химической отрасли и т. д. Результаты оценки риска аварий оборудования рекомендуется применять для перехода к использованию наилучших доступных технологий [4], увеличения частоты его мониторинга и профилактики, что позволяет избежать тяжёлых последствий в процессе функционирования предприятия.

Статья поступила в редакцию: 08.10.2018 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авария на заводе «Крымский Титан» [Электронный ресурс] // РИА Новости: [сайт]. URL: https://ria.ru/trend/accident_crimea_06092018 (дата обращения: 17.11.2018).
2. Износ основных средств производства в России достиг критического уровня [Электронный ресурс] // Торгпроминфо: [сайт]. [26.05.2016]. URL: <http://torgprominfo.com/news/iznos-osnovnykh-sredstv-proizvodstva-v-rossii-dostig-kriticheskogo-urovnya> (дата обращения: 17.11.2018).
3. Медведева Е. А. Риск-ориентированное управление в электроэнергетике [Электронный ресурс] // МинЭнерго: [сайт]. URL: minenergo.gov.ru/node/7426/Риск-ориентированное управление производственными активами, преимущества, недостатки / Презентация Е.А. Медведевой «Риск-ориентированное управление в электроэнергетике» (дата обращения: 10.09.2018).

4. Новоселов А. Л., Новоселова И. Ю., Желтенков А. В. Модель перехода промышленных предприятий к наилучшим доступным технологиям // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2018. № 2. С. 115–125.
5. Новоселова И. Ю. Комплексная оценка эколого-экономической эффективности новой разработки // Экономика природопользования. 2013. № 6. С. 16–24.
6. Новоселова И. Ю. Сравнение эффективности энергосберегающих проектов с учётом риска и неопределённости // Вестник университета (Государственный университет управления). 2013. № 6. С. 156–163.
7. Приказ Росстата от 15.06.2016 № 289 «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за наличием и движением основных фондов (средств) и других нефинансовых активов» (документ утратил силу) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочная правовая система: [сайт]. URL: [shttp://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_199931/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_199931/) (дата обращения: 15.09.2018).
8. Порфирьев Б. Н., Тулупов А. С. Оценка экологической опасности и прогноз экономического ущерба от аварийных ситуаций на промышленных предприятиях // Проблемы прогнозирования. 2017. № 6 (165). С. 37–46.
9. Тулупов А. С. Расчётно-методический инструментарий страхования риска загрязнения окружающей среды // Экономика и математические методы. 2014. Т. 50. № 1. С. 24–36.
10. D'Onofrio P. A., Fronti I. G. Relationships between stakeholders and reports using fuzzy relations // Fuzzy Economic Review. 2013. Vol. XVIII. Iss. 2. P. 33–44.
11. Zadeh L. Precisation // Studies in Fuzziness and Soft Computing. 2012. Vol. 277. P. 41–72.
12. Zemková B., Talašová J. Fuzzy Sets in HR Management // Acta Polytechnica Hungarica. 2011. Vol. 8. No. 3. P. 113–124.

REFERENCES

1. [The accident at the plant “Crimean Titan”]. In: *RIA Novosti*. Available at: http://ria.ru/trend/accident_crimea_06092018 (accessed: 17.11.2018).
2. [Depreciation of production in Russia reached a critical level]. In: *Torgprominfo*. (26.05.2016). Available at: <http://torgprominfo.com/news/iznos-osnovnyx-sredstv-proizvodstva-v-rossii-dostig-kriticheskogo-urovnya> (accessed: 17.11.2018).
3. Medvedeva E. A. [Risk-oriented management in the power industry]. In: *MinEnerg* [Ministry of Energy]. Available at: [https://minenergo.gov.ru/node/7426/Риск-ориентированное управление производственными активами, преимущества, недостатки](https://minenergo.gov.ru/node/7426/Риск-ориентированное_управление_производственными_активами,_преимущества,_недостатки) / Презентация Е. А. Медведевой «Риск-ориентированное управление в электроэнергетике» (accessed: 10.09.2018).
4. Novoselov A. L., Novoselova I. Yu., Zheltenkov A. V. [The transition model of industrial enterprises to the best available technologies]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics], 2018, no. 2, pp. 115–125.
5. Novoselova I. Yu. [Complex assessment of environmental and economic efficiency of a new development]. In: *Ekonomika prirodopol'zovaniya* [Environmental Economics], 2013, no. 6, pp. 16–24.
6. Novoselova I. Yu. [Comparison of the effectiveness of energy saving projects taking into account risk and uncertainty]. In: *Vestnik universiteta (Gosudarstvennyi universitet upravleniya)* [University Bulletin (State University of Management)], 2013, no. 6, pp. 156–163.

7. [The Order of Rosstat dated 15.06.2016 no. 289 “On Approval of Statistical Tools for the Organization of Federal Statistical Observation of the Presence and Movement of Fixed Assets (Funds) and Other Non-Financial Assets” (repealed)]. In: *Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya sistema* [ConsultantPlus: Reference Legal System]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_199931 (accessed:15.09.2018).
8. Porfir'ev B. N., Tulupov A. S. [The environmental risk assessment and prediction of economic damage from emergency situations at industrial enterprises]. In: *Problemy prognozirovaniya* [Problems of Forecasting], 2017, no. 6 (165), pp. 37–46.
9. Tulupov A. S. [Methodical accounting tools for environmental pollution risk insurance]. In: *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 2014, vol. 50, no. 1, pp. 24–36.
10. D'Onofrio P. A., Fronti I. G. Relationships between stakeholders and reports using fuzzy relations // *Fuzzy Economic Review*, 2013, vol. XVIII, iss. 2, pp. 33–44.
11. Zadeh L. Precision // *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 2012. Vol. 277. P. 41–72.
12. Zemková B., Talašová J. Fuzzy Sets in HR Management // *Acta Polytechnica Hungarica*, 2011, vol. 8, No. 3, pp. 113–124.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Новоселов Андрей Леонидович – доктор экономических наук, профессор кафедры математических методов в экономике Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова;
e-mail: alnov2004@yandex.ru

Желтенков Александр Владимирович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и государственного управления Московского государственного областного университета;
e-mail: kaf-menedg@mgou.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey L. Novoselov – Doctor of Economics, professor at the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics;
e-mail: alnov2004@yandex.ru

Alexander V. Zheltenkov – Doctor of Economics, professor, head of the Department of Management and Public Administration, Moscow Region State University;
e-mail: kaf-menedg@mgou.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Новоселов А. Л., Желтенков А. В. Моделирование оценки состояния оборудования с позиции риск-менеджмента // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2018. № 4. С. 75–88.
DOI: 10.18384/2310-6646-2018-4-75-88

FOR CITATION

Novoselov A.L., Zheltenkov A.V. Making an Assessment of the Condition of Equipment from the Position of Risk Management. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics*, 2018, no. 4, pp. 75–88.

DOI: 10.18384/2310-6646-2018-4-75-88