

# Управление рисками и безопасностью

## Нечеткая ситуационная сеть для оценки проектного риска отказа оборудования

А.С. Боровский, Н.А. Шумилина

**Аннотация.** Рассматривается формирование нечеткой ситуационной сети для решения задач оценки риска отказа оборудования в проектах промышленных предприятий. С учетом основных групп управляющих воздействий при проектно-ориентированном подходе состояние оборудования представлено трехуровневой структурой нечеткой ситуационной сети: ситуационный уровень, сетевой уровень, факторный уровень.

**Ключевые слова:** *риск отказа оборудования, нечеткая ситуационная сеть, стратегия управления, управляющие решения.*

### Введение

Реализуя основной вид производственной деятельности, каждое предприятие имеет подсистему обеспечения безотказности и надежности работы оборудования. В условиях повсеместной автоматизации решается вопрос оперативности выборки данных по представлению оборудования в виде структурированного образа или истории его эксплуатации. Обработка полученных оперативных данных может быть представлена следующими результатами:

- определение единичных и комплексных показателей надежности [1];
- расчет надежности сложных систем [1];
- оценка остаточного ресурса эксплуатационного ресурса [1];
- настройка алгоритма испытания на надежность [2];
- прогноз отказов оборудования [3].

Для действующего производства полученные результаты требуют дальнейшей проработки на уровне управляющих решений по состоянию оборудования. На сегодняшний день подобного рода решения очень часто связаны с реализацией проектно-ориентированного подхода в управле-

нии промышленным предприятием. Оборудование, вводимое в проект, может быть новым или уже эксплуатируемым. Эксплуатируемое оборудование могло быть подвергнуто текущему и/или капитальному ремонту, находится в резерве, на реконструкции и т.п. Работоспособность и величина риска отказа оборудования в проекте напрямую будут зависеть от перечисленных обстоятельств.

Одной из главных задач при принятии проектных решений является устранение неопределенности и оценка рисков. Например, какая из множества причин, приводящих к сбою технологического процесса проявится и повлечет отказ в работе оборудования, а также насколько критичны последствия для качества конечного продукта или для сбоя технологического цикла по времени и стоимости. Для принятия управляющих решений по фазам жизненного цикла проекта должны быть учтены возможные варианты комплектации оборудования, загрузки оборудования, режимы обслуживания и ремонта. Оценка состоятельности проектных решений определяется системой показателей коммерческой эффективности, характеризующих финансовые последствия осуществления проекта. Следовательно, управление проектом с

учетом состояния оборудования (уровень безотказности работы оборудования или уровень риска отказа оборудования) требует разработки новых методов и средств для принятия оптимальных решений.

Процедура принятия решений должна быть циклической по уровню риска отказа оборудования, определяемого потенциальными или текущими отклонениями от желаемых, предполагаемых или планируемых показателей состояния оборудования и бюджета проекта. Управляющие решения должны формироваться исходя из текущей ситуации. С этой точки зрения рассматриваем выработку управляющих воздействий на основе ситуационного подхода. Варианты состояния оборудования и проекта описываются набором типовых ситуаций, каждая из которых представляет собой совокупность лингвистических значений признаков. Значительный объем данных, слабо формализуемый характер поставленной задачи, необходимость привлечения мнений экспертов подразумевает использование аппарата нечеткой логики.

В предлагаемом исследовании планирование проекта и его реализация, а также оценка результатов проекта осуществляются с учетом возможности менять стратегию загрузки оборудования, обслуживания и ремонта, а также формирования резервного фонда проекта в зависимости от риска отказа оборудования [3,4].

Стратегия управления рассматривается как последовательность переходов между нечеткими ситуациями внутри нечеткой ситуационной сети. Коррекция стратегий возможна как на инвестиционной фазе проекта, так и на фазе завершения разными путями, но необходимо выбрать лучший путь по установленному набору критериев.

Таким образом, в условиях проектно-ориентированного подхода делается попытка расширить традиционные методы принятия решений за счет привлечения интеллектуальных средств анализа данных с применением аппарата нечеткой логики. Для формирования наилучшего пути развития и реализации проекта с учетом риска отказа оборудования предлагается создать модель «ситуация – стратегия управления – действие», с помощью которой осуществляется поиск стратегии управления по нечетким ситуационным сетям.

### 1. Особенности лингвистического описания оборудования на основе риска его отказа в проекте промышленного предприятия

Оборудование проекта как объект управления испытывает множество разнородных воздей-

ствий по основному технологическому процессу и процессу технического обслуживания и ремонта. С одной стороны, оборудование изнашивается, что отрицательно сказывается на надежности и безотказности оборудования. Компенсирующие воздействия могут ухудшить показатели проекта по бюджету и временным показателям до критических значений. С другой стороны, эксплуатация оборудования имеет положительное влияние на значение показателей проекта, определяющих эффективность использования основных фондов. Таким образом, моделирование изменения состояния оборудования в проекте по технико-экономическим параметрам – трудно формализуемая задача с широким спектром управляющих воздействий.

С практической точки зрения состояние оборудования характеризуем риском отказа. Под ситуацией понимаем описание состояния оборудования в проекте в некоторый момент времени, для которого требуется определить стратегии загрузки, обслуживания, формирования резервных фондов в соответствии с уровнем риска отказа оборудования в проекте.

Состояние оборудования в проекте с учетом риска отказа представляем в виде некоторого множества ситуаций  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$ . Для каждой ситуации  $s \in S$  должны быть поставлены в соответствие некоторые управления  $R$  из множества управлений  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ .  $R_j$  применяется в случае возникновения ситуации  $s_i$  и способствует поддержанию заданного уровня эффективности проекта с учетом риска отказа оборудования.

Для представления ситуации используем  $m$  признаков, каждый из которых имеет  $m_0$  нечетких значений. При решении фактических задач управления проектом с учетом риска отказа оборудования на инвестиционной фазе и фазе реализации проекта полное множество ситуаций  $S$  достаточно велико. Верхняя оценка числа ситуаций будет равна  $|S| \leq m_0^m$ . На практике может стоять вопрос о сокращении мощности множества  $S$ .

В множестве ситуаций  $S$  выделяем минимальное подмножество эталонных ситуаций  $S_0$  для оборудования проекта со своими признаками риска отказа, которое отвечает условию  $S_0 \subseteq S$ . Подмножество эталонных ситуаций  $S_0$  в определенном смысле доминирует над всеми ситуациями представленными в  $S$  [4,9].

Таким образом, имеем лингвистическую модель ситуационного управления оборудованием проектов промышленных предприятий, которая, с одной стороны, определяется некоторым технологическим процессом, реализуемым в проекте. С другой стороны, модель обеспечивает возможность

реализации эффективного проекта с учетом риска отказа оборудования. В модели определена ее структура, которую задаем в виде тройки  $(S, R, L)$ . Элементами структуры являются: множество ситуаций  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$ , множество управлений  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$  и биективное соотношение вида  $L: S \rightarrow R$ .

Если далее принять, что в структуре  $(S, R, L)$  множество ситуаций  $S$  является полным, то любая ситуация из этого множества, возникающая при управлении состоянием оборудования, обязательно будет близка по некоторым признакам к другой ситуации из множества  $S$ . Допущение о полноте множества ситуаций  $S$  позволяет обоснованно считать, что каждая ситуация из множества  $S$  может быть описана с помощью нечеткого множества  $Y$ , в котором каждый признак  $y_i$  описывается лингвистической переменной. С формальной точки зрения, любая ситуация может быть фиксирована так [4,9]:

$$\tilde{s} = \{\mu_s(y) / y | y \in Y\}, \quad (1)$$

где  $\mu_s(y)$  – степень близости ситуаций по признаку  $y$ .

Естественно, что любая нечетко заданная ситуация (1) и биективное соотношение  $L$  для каждой  $s_i \in S$  задают некоторое управление  $R_j$ , которое необходимо для привлечения его в процесс ситуационного управления состоянием оборудования проекта на основе риска его отказа, если возникает ситуация  $s_i$ . Поэтому, учитывая свойство биективного соотношения  $L$ , для корректного сокращения мощности множества ситуаций  $S$  необходимо составить представление об эталонной ситуации вообще и уже на его основе образовать некоторое минимальное множество  $S_0$ . Во-первых, отвечающее условию  $S_0 \subseteq S$ , во-вторых, обеспечивающее устойчивое развитие проекта на основе управления состоянием оборудования с учетом риска его отказа.

## 2. Теоретические аспекты построения нечеткой ситуационной сети

Для построения нечеткой ситуационной сети (НСС) в рассмотрение берем обратный метод, который состоит в том, что в виде графа задается отношение на множестве эталонных нечетких ситуаций  $\tilde{s}_i = (i \in I = \{1, 2, \dots, g\})$ . Граф отражает возможные переходы из одной нечеткой ситуации в другую. Далее, определяются требуемые для каждого перехода управляющие решения  $R_j = (j \in J = \{1, 2, \dots, f\})$  и степени предпочтения их применения  $\alpha(s_i, R_j)$ . Степень предпочтения

применения управляющего решения выбирается экспертами. Критериями выбора экспертов могут быть любые параметры, связанные с требуемыми для осуществления управляющего решения мероприятиями [5,9].

Обратный метод построения НСС должен использоваться только для объектов, обладающих взаимной независимостью значений признаков (изменение значения любого признака не влияет на остальные). Тогда для построения НСС можно применить отношение общности ситуаций.

Разработка управляющих решений с применением нечеткого ситуационного управления предполагает наличие нескольких уровней в структуре ситуационной сети: ситуационный, сетевой, факторный.

Ситуационный уровень представляет собой графическое отображение множества всех типов возможных ситуаций  $\{\tilde{s}_1, \dots, \tilde{s}_g\}$ , каждый из которых характеризуется определенным набором факторов (признаков)  $\{y'_1, y'_2, \dots, y'_v\}$ . Стрелки, соединяющие сеть  $S$  и типы ситуаций, необходимы для изображения принадлежности типов ситуаций к той или иной сети. Число сетей в общем случае может быть не единственным.

На сетевом уровне располагается собственно графическое представление нечеткой ситуационной сети в том виде, как того требует классическое представление нечетких ситуационных сетей.

Факторный уровень позволяет указать на иерархической нечеткой ситуационной сети тот набор факторов (признаков)  $\{y'_1, y'_2, \dots, y'_v\}$ , который характеризует конкретный тип возможных типовых нечетких ситуаций [6].

## 3. Трехуровневая иерархическая нечеткая ситуационная сеть принятия управляющих решений в задачах оценки риска отказа оборудования проектов промышленных предприятий

Ситуации – это возможные состояния оборудования в проекте промышленных предприятий, с точки зрения уровня проявления риска его отказа. Состояние оборудования описывается набором технологических и экономических параметров. В построении ситуационной сети оборудование представляется множеством параметров, значение которых влияет на уровень риска отказа оборудования в проекте [7,8]. Риск отказа рассматриваем с позиции важности отказа для проекта:

- увеличение времени реализации;
- увеличение бюджета;
- ухудшение качества продукта.

В соответствии с чем, для определения ситуаций используются лингвистические переменные вида «Уровень риска отказа оборудования в проекте». Для каждой единицы оборудования, используемой в основном технологическом процессе проекта, предусмотрены процедуры контроля состояния (требования нормативной документации по эксплуатации и обслуживанию оборудования), а также дополнительные методы оценки риска отказа оборудования. При описании единицы оборудования указываем: УРОВР – уровень риска отказа оборудования по увеличению времени реализации проекта; УРОУБ – уровень риска отказа оборудования по увеличению бюджета проекта; УРОУКП – уровень риска отказа оборудования по ухудшению качества продукции проекта.

На рис. 1 представлено графические изображение трехуровневой иерархической нечеткой ситуационной сети.

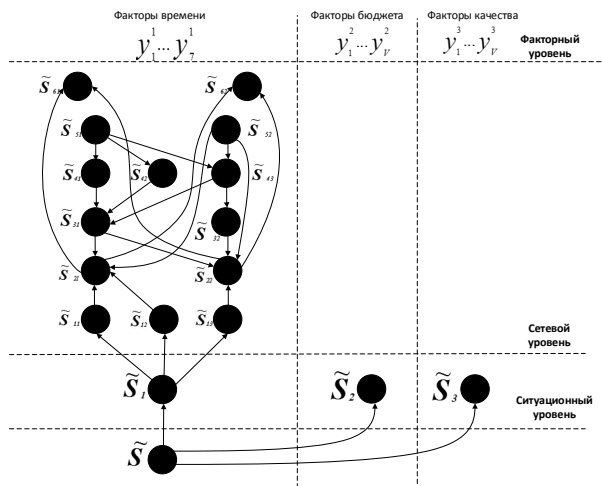


Рис. 1. Фрагмент трехуровневой иерархической нечеткой ситуационной сети

Выделено три класса типовых нечетких ситуаций:

- $\tilde{s}_1$  – типовые нечеткие ситуации, характеризующие проявление риска отказа оборудования по увеличению времени реализации проекта;
- $\tilde{s}_2$  – типовые нечеткие ситуации, характеризующие проявление риска отказа оборудования по увеличению бюджета проекта;
- $\tilde{s}_3$  – типовые нечеткие ситуации, характеризующие проявление риска отказа оборудования по ухудшению качества продукции проекта.

Рассмотрим входную информацию, содержащуюся на факторном уровне. Ситуации типа  $\tilde{s}_1$  определяются следующим набором факторов (признаков):

- $y_1^1$  – время загрузки оборудования;
- $y_2^1$  – время переналадки;
- $y_3^1$  – время на простои;
- $y_4^1$  – время технологического цикла;
- $y_5^1$  – среднее время безотказной работы;
- $y_6^1$  – время на техническое обслуживание;
- $y_7^1$  – время пребывания оборудования на ремонте.

Ситуации типа  $\tilde{s}_2$  определяются следующим набором факторов (признаков):

- $y_1^2$  – стоимость пуско-наладочных работ;
- $y_2^2$  – стоимость ТО и Р оборудования;
- $y_3^2$  – стоимость потерь от брака продукции.

Ситуации типа  $\tilde{s}_3$  определяются следующим набором факторов (признаков):

- $y_1^3$  – объем произведенной продукции;
- $y_2^3$  – объем бракованной продукции.

Например, на сетевом уровне  $\tilde{s}_1$  расположены типовые нечеткие ситуации типа:

**1-й уровень** – типовые ситуации, которые характеризуются эксплуатационной готовностью оборудования, определяются уменьшением полезного операционного времени и увеличением времени простоев и переналадки оборудования:

- $\tilde{s}_{11}$  – ситуация «Высокая эксплуатационная готовность оборудования»;
- $\tilde{s}_{12}$  – ситуация «Средняя эксплуатационная готовность оборудования»;
- $\tilde{s}_{13}$  – ситуация «Низкая эксплуатационная готовность оборудования».

**2-й уровень** – типовые ситуации, которые характеризуются срывами графика работы оборудования, определяются уменьшением полезного операционного времени и увеличением времени простоев, нарушением времени производственного цикла:

- $\tilde{s}_{21}$  – ситуация «Несущественный срыв»;
- $\tilde{s}_{22}$  – ситуация «Существенный срыв».

**3-й уровень** – типовые ситуации, которые характеризуют надежность и безотказность работы оборудования, определяются увеличением времени простоев и уменьшением среднего времени безотказной работы:

- $\tilde{s}_{31}$  – ситуация «Устранимый отказ»;
- $\tilde{s}_{32}$  – ситуация «Неустранимый отказ».

**4-й уровень** – типовые ситуации, которые характеризуют скорость работ по ТО и Р, что отражается на времени обслуживания и ремонта, простоев, загрузки оборудования:

- $\tilde{s}_{41}$  – ситуация «Малая длительность ТО и Р»;
- $\tilde{s}_{42}$  – ситуация «Средняя длительность ТО и Р»;
- $\tilde{s}_{43}$  – ситуация «Большая длительность ТО и Р».

**5-й уровень** – типовые ситуации, которые характеризуют результативность работ по обслуживанию и ремонту оборудования (ТО и Р), определяются временем на простои и безотказной работы оборудования:

- $\tilde{s}_{51}$  – ситуация «Удовлетворительная работа служб ТО и Р»;
- $\tilde{s}_{52}$  – ситуация «Неудовлетворительная работа служб ТО и Р».

**6-й уровень** – типовые ситуации, которые характеризуют нормальные условия функционирования оборудования в проекте, то есть соблюдение оптимального времени производственного цикла и среднего времени безотказной работы оборудования, соблюдение графика временных потерь на переналадку, обслуживание и ремонт. Данные ситуации являются теми целевыми ситуациями, к которым должно быть приведено состояние оборудования проекта в значениях нечетких признаков:

- $\tilde{s}_{61}$  – ситуация «Нормальная работа оборудования без потерь времени при реализации проекта»;
- $\tilde{s}_{62}$  – ситуация «Нормальная работа оборудования с потерей времени при реализации проекта».

Управление состоянием оборудования в проекте с учетом риска его отказа является инерционным процессом, то есть обработка управляющих воздействий происходит с определенной скоростью. В предлагаемом решении используем иерархию типовых ситуаций (уточнение выдаваемых управляющих решений). Вместе с направленным поиском наиболее сходной с  $\tilde{s}_0$  ситуации  $\tilde{s}_i \in S$  на объект управления выдаются управляющие решения, поставленные в соответствие типовым ситуациям, по которым осуществляется перемещение между уровнями иерархии, вплоть до ситуации  $\tilde{s}_i$ . Пусть, например, для определения  $\tilde{s}_{61}$  строится цепочка ситуаций  $\tilde{s}_{31}$  и  $\tilde{s}_{12}$   $\tilde{s}_{21}$   $\tilde{s}_{61}$ , где каждая ситуация расположена на своем уровне. Для изменения уровня риска отказа оборудования по времени необходимо сформировать управляющее решение  $R_{61}$ , соответствующее ситуации  $\tilde{s}_{61}$ . При правильном определении соответствия между ситуациями и решениями происходит следующее: решение  $R_{61}$  должно уточняться решением  $R_{21}$ ,  $R_{21}$  уточняется предшествующими решениями  $R_{31}$  и  $R_{12}$ . Таким образом, по мере уточнения ситуации, наиболее сходной с  $\tilde{s}_0$ , осуществляется выдача на объект управления сначала огрубленных, затем все более точных управляющих решений [9].

### Заключение

Получена структура трехуровневой иерархической нечеткой ситуационной сети для управле-

ния состоянием оборудования проекта с учетом риска отказа, которая обладает следующими особенностями:

- три уровня нечеткой ситуационной сети – факторный (факторы времени, бюджета, качества), сетевой (типы ситуаций, определяемых набором факторов) и ситуационный (типичные нечеткие ситуации, характеризующие проявление риска отказа оборудования по увеличению времени и бюджета реализации проекта и ухудшению качества продукции);
- признаки, участвующие в формировании эталонных ситуаций при проявлении риска отказа оборудования в проекте, могут быть представлены в графическом исполнении;
- на одном уровне расположен набор типовых нечетких ситуаций, которые характеризуют конкретное положение дел в проекте, связанных с риском отказа оборудования;
- графоподобная структура представляет собой нечеткую базу знаний.

### Литература

1. *Авдеевский В.С.* Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 т. Т. 2: – М.: Машиностроение, 1987. – Математические методы в теории надежности и эффективности. – 280 с.
2. *Русин А.Ю., Абдулхамед М., Барышев Я.В.* Алгоритмы автоматизированной системы управления испытанием оборудования на надежность [Электронный ресурс] // Программные продукты и системы – 2016. – №2 (114). – Режим доступа: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=4143>.
3. *Шаханов В.И., Варфоломеев И.А., Ершов Е.В., Юдина О.В.* Прогнозирование отказов оборудования в условиях малого количества поломок // Вестник Череповецкого государственного университета. 2016, №6. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/prognostirovanie-otkazov-oborudovaniya-v-usloviyah-malogo-kolichestva-polomok>.
4. *Меньшиков В.И., Меньшикова К.В.* Практическое использование метода ситуационного управления в системах менеджмента безопасной эксплуатацией // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2004. – Том 7. № 3. – с. 370-374.
5. *Боровский А.С., Тарасов А.Д.* Принятие проектных решений на основе моделей «Ситуация – стратегия управления – действие» для модернизации физической защиты // Инфокоммуникационные технологии. 2012. – Том 10, № 3, с.60-67.

6. Кригер Л.С., Квятковская И.Ю. Формализация типовых ситуаций в задачах управления движением общественного транспорта // Науч.-техн. ведомости Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-та. – 2012. – № 3 (150). – С. 106–110.
7. Гаибова Т.В., Шумилина Н.А. Адаптивное управление процессом освоения проектных мощностей с учетом производственного риска отказа оборудования [Электронный ресурс] // Интернет-журнал Науковедение, 2015 г. – Т. 7. № 3 (28). – С. 96.
8. Гаибова Т.В., Шумилина Н.А. Формализация задачи управления проектным риском отказа оборудования [Электронный ресурс] // Научно-технический вестник Поволжья, 2015. – № 2. – С. 90 – 93.
9. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. 1990. – 272 с.

**Боровский Александр Сергеевич.** Зав. кафедрой Оренбургского государственного университета. Доцент. Окончил в 1984 г. Тульское высшее артиллерийское инженерное училище. Доктор технических наук. Количество печатных работ: более 50 (в т.ч. 2 монографии). Область научных интересов: системный анализ и управление, системы защиты информации, информационная безопасность.

E-mail: borovski@mail.ru

**Шумилина Наталия Александровна.** Старший преподаватель Оренбургского государственного университета. Окончила в 1996 г. Оренбургский государственный университет. Количество печатных работ: более 20 (в т.ч. участие в коллективной монографии). Область научных интересов: системный анализ и управление. E-mail: shumilina\_na@mail.ru

## Unclear situational network for assessment of the design risk of equipment failure

*A.S. Borovsky, N.A. Shumilina*

**Abstract.** In the management of projects of industrial enterprises there is uncertainty and risk. The study examines the risk of equipment failure. To make decisions in the project taking into account the risk of equipment failure, the model "situation - control strategy - action" is proposed. The search for a management strategy is proposed to be formed according to a fuzzy situation network. The state of the equipment in the project taking into account the risk of failure is represented in the form of a number of situations. Three classes of typical fuzzy situations are distinguished: typical fuzzy situations that characterize the risk of equipment failure to increase the project implementation time, typical fuzzy situations that characterize the risk of equipment failure to increase the project budget, typical fuzzy situations characterizing the risk of equipment failure in deteriorating product quality. The input information contained in the factorial level is described. The article presents a fragment of the level hierarchical fuzzy situation network for the formation of control decisions.

**Keywords:** *risk of equipment failure, fuzzy situation network, management strategy, management decisions*

### References

1. *Avduevsky, V.S.* 1987. Reliability and Efficiency in Engineering: A Handbook in 10 volumes [T. 2: Mathematical methods in the theory of reliability and efficiency, Ed. B. V. Gnedenko]. M.: Mechanical Engineering. 280 p.
2. *Rusyn A.Yu., Abdulhamed M., Baryshev Ya.V.* 2016. Algorithms of an automated control system for testing equipment for reliability [Software products and systems] №2 (114). - Available at: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=4143>.
3. *Shakhanov V.I., Varfolomeev I.A., Ershov E.V., Yudina O.V.* 2016. Forecasting equipment failures in conditions of a small number of failures [Bulletin of Cherepovets State University]. №6. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/prognozirovanie-otkazov-oborudovaniya-v-usloviyah-malogo-kolichestva-polomok> (accessed October, 8, 2017).
4. *Menshikov V.I., Menshikova K.V.* 2004. Practical use of the method of situational management in management systems by safe operation [Bulletin of the Murmansk State Technical University]. Volume 7. № 3. 370-374.
5. *Borovsky A.S., Tarasov A.D.* 2012. Adoption of design solutions based on the models "Situation - management strategy - action" for the modernization of physical protection [Infocommunication technologies]. Volume 10, №3. 60-67.
6. *Kruger L.S., Kvyatkovskaya I.Yu.* 2012. Formalization of typical situations in problems of control of public transport movement [Nauch.-Tekhn. statements St. Petersburg. state. polytechnical. un-ta.]. №3 (150). 106-110.
7. *Gaibova T.V., Shumilina N.A.* 2015. Adaptive management of the process of developing design capacities taking into account the production risk of equipment failure [Internet Journal of Science]. №3 (28). Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/156TVN315.pdf>.
8. *Gaibova T.V., Shumilina N.A.* 2015. Formalization of the task of managing the design risk of equipment failure [Scientific and Technical Herald of the Volga Region]. № 2. Available at: [ntvp.ru/files/NTVP\\_2\\_2015.php](http://ntvp.ru/files/NTVP_2_2015.php).
9. *Melikhov A.N., Bernshtein L.S., Korovin S. Ya.* eds. 1990. Situational advisory systems with fuzzy logic. Moscow: Nauka. 272 p.

**Borovsky Alexander Sergeevich.** Orenburg State University, Department of Management and Informatics in Technical Systems, Orenburg, Russia. Head of the department, doctor of technical sciences, associate professor. He graduated from the Tula Higher Artillery Engineering School in 1984, the number of printed works more than 50 (including 2 monographs). Area of scientific interests: system analysis and management, information security systems, information security. E-mail: [borovski@mail.ru](mailto:borovski@mail.ru)

**Shumilina Natalia Alexandrovna.** Orenburg State University, Department of Management and Informatics in Technical Systems, Orenburg, Russia. Senior Lecturer. She graduated from the Orenburg State University in 1996, the number of printed works is more than 20 (including participation in a collective monograph). Area of scientific interests: system analysis and management. E-mail: [shumilina\\_na@mail.ru](mailto:shumilina_na@mail.ru)