

Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №3 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-3>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/156TVN315.pdf>

DOI: 10.15862/156TVN315 (<http://dx.doi.org/10.15862/156TVN315>)

УДК 005.8:368.025.6:658.58

Гаибова Татьяна Викторовна

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»
Россия, Оренбург¹

Доцент кафедры «Системный анализ и управление»

Кандидат технических наук
E-mail: gaibovasau@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=293428

Шумилина Наталия Александровна

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»
Россия, Оренбург

Старший преподаватель кафедры «Системный анализ и управление»

E-mail: shumilina_na@mail.ru

Адаптивное управление процессом освоения проектных мощностей с учетом производственного риска отказа оборудования

¹ 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13

Аннотация. Оценка риска является неотъемлемой частью процесса принятия проектных решений. Важность количественного обоснования таких решений особенно актуальна для проектов сохранения и развития производственного потенциала промышленных предприятий. Существующие методики не располагают инструментами тактического уровня управления для оценки конкретного вида риска, следовательно, не позволяют получать объективную количественную информацию для выработки конкретных управляющих воздействий, направленных на снижение риска.

В данном исследовании для проектно-ориентированной задачи управления производством разработан адаптивный алгоритм освоения производственных мощностей. Адаптация обусловлена возможностями выбора стратегий технического обслуживания и ремонта производственного оборудования с учетом риска отказа оборудования. В качестве механизма снижения риска выбрана процедура самострахования с использованием резервного фонда.

Представлена блок-схема разработанного алгоритма, определены методы его реализации. Описаны возможности применения разработанного алгоритма в проектной деятельности промышленных предприятий.

Разработана адаптивная система управления процессом освоения проектных мощностей, состоящая из следующих подсистем:

- подсистемы эксплуатационного управления, которая обеспечивает заданную скорость ввода и освоения мощностей проекта;
- подсистемы траекторного управления производительностью оборудования, которая определяет размер дополнительных вложений из резервного фонда в зависимости от ожидаемого уровня риска отказа оборудования;
- подсистемы оптимизации качества реализации проекта, которая позволяет определить оптимальное значение производственных мощностей проекта и затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования в соответствии с выбранным показателем качества функционирования проекта.

Для каждой подсистемы определены управляемые параметры и управляющие воздействия, а также разработаны алгоритмы функционирования. Представлена функциональная схема адаптивной системы управления процессом освоения проектных мощностей.

Разработанный инструментарий позволяет повысить качество проектных решений при реализации проекта, обеспечивая требуемый уровень эффективности по результатам прогнозирования остаточного ресурса оборудования с учетом риска его отказа.

Ключевые слова: адаптивное управление проектом; проектный риск; риск отказа оборудования; освоение проектных мощностей; резервный фонд; программа технического обслуживания и ремонта оборудования.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гаибова Т.В., Шумилина Н.А. Адаптивное управление процессом освоения проектных мощностей с учетом производственного риска отказа оборудования // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №3 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/156TVN315.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/156TVN315

Введение. В настоящее время наиболее эффективным способом организации производства признано проектное управление – позволяющее получить конкретный результат в заданные сроки с заданным бюджетом и требуемым уровнем качества выпускаемой продукции. Современный подход к принятию проектных решений, согласно международным стандартам управления проектами, должен базироваться на управлении рисками.

Для формализации алгоритмов управления проектом с учетом риска необходимо математически описать:

- управляемый процесс;
- механизм количественной оценки риска и степень его возможного влияния на проект;
- процедуру снижения риска с обязательной оценкой эффективности всего процесса реализации проекта.

Проведенный анализ рекомендаций по управлению проектными рисками различной природы [1], а также рисками специфическими [2,3,4] показал, что на сегодняшний день отсутствует комплексный инструментарий управления проектными рисками, есть лишь набор разрозненных методик, решающих отдельные задачи идентификации риска, качественного анализа и количественной оценки риска, в основном, на слишком обобщающем уровне.

Что касается рекомендуемых методов снижения рисков, таких, как лимитирование, концентрация риска, создание специальных резервных фондов (самострахование), страхование - либо алгоритмы их применения не formalизованы в достаточной степени и ограничиваются лишь концептуальным описанием, либо, при их достаточной formalизации, не являются проектно-ориентированными, что в любом случае приводит к невозможности их непосредственного использования при количественном обосновании проектных решений.

Наиболее перспективными с точки зрения управляемости, по нашему мнению, являются такие виды проектных рисков, причины возникновения которых связаны, в основном, с внутренним окружением проекта. К числу таких рисков можно отнести риск отказа производственного оборудования, который напрямую зависит от текущего состояния оборудования, интенсивности его эксплуатации, а также от эффективности выбранной стратегии технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Все выше перечисленные факторы определяют качество процесса освоения проектных мощностей и закладывают производственный потенциал проекта.

К настоящему времени накоплен достаточно богатый арсенал методов и средств решения задачи оценки технического состояния оборудования, например, в теории надежности, а также при разработке систем управления техническим обслуживанием и ремонтом [5]. Но практическое использование разработанных научных инструментов для оценки уровня производственного риска на современном уровне развития рыночных отношений требует учета проектных особенностей планируемых мероприятий, обязательного использования финансовых и временных ограничений и критериев коммерческой эффективности проекта, а такие задачи в рассматриваемых предметных областях пока не formalизованы, соответственно и методов их решения не разработано.

Результаты впервые предложенной formalизации проектно-ориентированной задачи управления риском отказа оборудования описаны авторами в [6], а в настоящей статье представлены результаты разработки алгоритма адаптивного управления процессом освоения проектных мощностей в рамках решения поставленной задачи.

Алгоритм адаптивного управления процессом освоения проектных мощностей

Предлагается использовать принципы адаптивного управления для решения проектно-ориентированной задачи управления производственной подсистемой проекта на этапе освоения мощностей. Отличительной особенностью рассматриваемого подхода является возможность согласования режимов обслуживания и эксплуатации оборудования в рамках жизненного цикла проекта с уровнем риска отказа оборудования и режимом формирования и использования резервного фонда проекта.

Основу исследования составляет гипотеза о влиянии стратегии ТОиР и режимов эксплуатации оборудования на уровень проектного риска, в частности, риска отказа оборудования.

В качестве механизма снижения производственного риска был выбран метод самострахования – один из наиболее доступных для предприятия методов, заключающийся в формировании на предприятии резервного фонда для покрытия непредвиденных убытков при реализации проекта.

Адаптационные возможности проекта, как объекта управления, к рассматриваемым факторам производственного риска определяются в рамках предлагаемой технологии следующими инструментами:

- возможностью выбора стратегий технического обслуживания и ремонта производственного оборудования в рамках жизненного цикла проекта для достижения целей проекта с учетом наложенных ограничений;
- возможностью выбора механизмов формирования и использования резервного фонда, как средства обеспечения мероприятий по снижению производственного риска проекта.

Эти соображения положены в основу разработанного алгоритма. Блок-схема алгоритма адаптивного управления процессом освоения проектных мощностей представлена на рисунке 1.

Введем следующие условные обозначения:

$P'(t)$ - скорость ввода и освоения производственных мощностей;

$P_0(t)$ - оптимальная проектная мощность;

$Z_n(t)$ - планируемые затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования;

$Z_\phi(t)$ - фактические затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования;

$G_0(t)$ - планируемые капиталовложения;

$G_r(t)$ - вложения из резервного фонда;

$\Delta Z(t)$ - отклонение фактических затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования от планируемых затрат;

$\Delta P(t)$ - отклонение фактической мощности проекта от планируемой;

$R(t)$ - производственный риск;

E_z, E_p, E_R - допустимые нормы отклонений по затратам, проектной мощности и производственному риску соответственно.

Для определения значений оптимальной проектной мощности могут быть использованы модели отбора варианта инвестиционного проекта, оптимального по критериям коммерческой эффективности инвестиций, принятым в международной практике, разработанные в [7].

Инструменты для определения уровня производственного риска в проекте предложены авторами в [8,9,10].

Разработанный алгоритм может использоваться на этапе реализации проекта для:

- расширения диапазона управляющих воздействий на уровень проектного риска за счет введения резервного фонда;
- надлежащего выбора стратегии ТОиР оборудования проекта в соответствии с управлением производственным риском;
- обеспечения заданного уровня качества и эффективности проекта путем внесения корректировок в программу ввода и освоения производственных мощностей проекта по результатам прогнозирования остаточного ресурса оборудования с учетом риска его отказа;
- формирования задатчика (вариант бизнес-плана проекта) и регулятора (состояние оборудования, резервный фонд, стратегия ТОиР оборудования) оптимальным образом;
- формирования информационной структуры связей объекта управления с регулятором, обеспечивающей получение информации о текущем состоянии производственных мощностей и состоянии проекта.

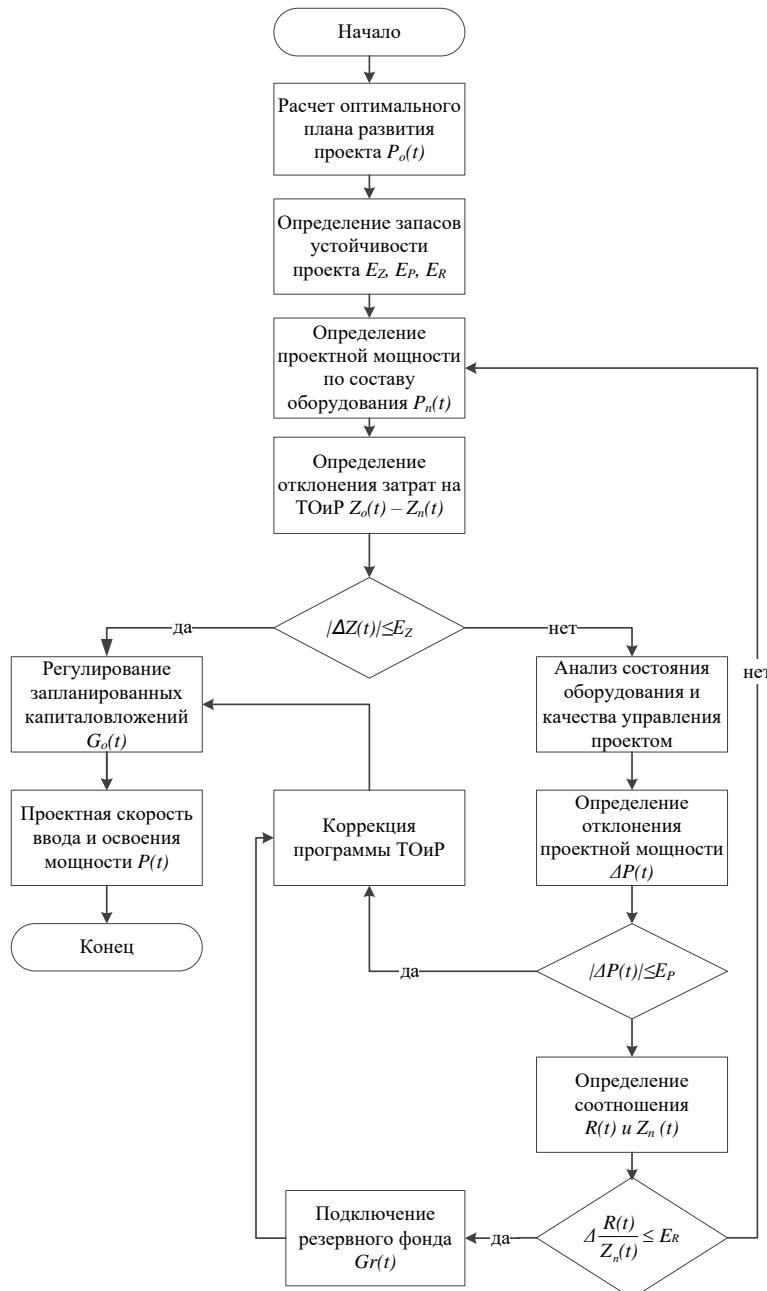


Рисунок 1. Алгоритм адаптивного управления процессом освоения проектных мощностей (разработано авторами)

Разработанная для реализации представленного выше алгоритма адаптивная система управления процессом освоения проектных мощностей состоит из трех основных подсистем:

- подсистемы эксплуатационного управления;
- подсистемы траекторного управления;
- подсистемы оптимизации качества реализации проекта.

Обобщенная функциональная схема адаптивного управления процессом освоения проектных мощностей с учетом производственного риска представлена на рисунке 2.

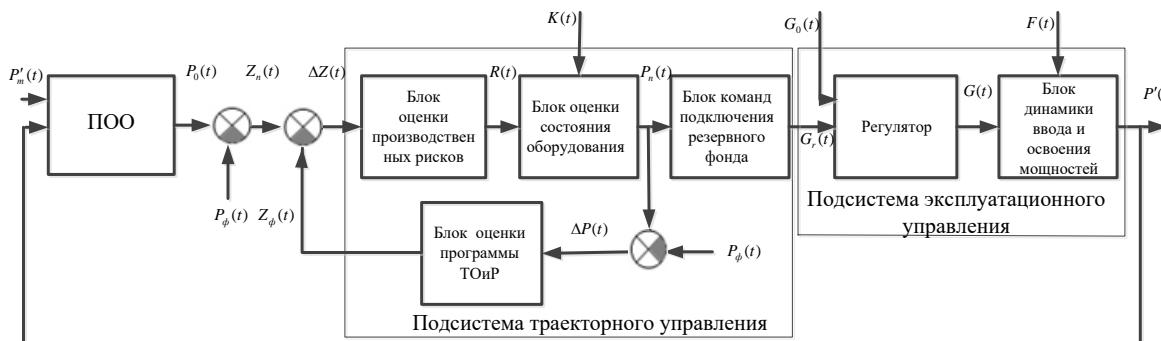


Рисунок 2. Обобщенная функциональная схема адаптивной системы управления процессом освоения проектных мощностей (разработано авторами)

В подсистеме эксплуатационного управления в качестве объекта управления предлагается рассматривать процесс ввода и освоения проектных мощностей. Управляемый параметр - скорость ввода и освоения производственных мощностей $P'(t)$. Алгоритм функционирования данного контура учитывает, что на процесс освоения и ввода проектных мощностей влияют возмущения $F(t)$. Управляющее воздействие $G(t)$, реализуемое регулятором проекта, объединяет поток запланированных капиталовложений $G_0(t)$ и вложений из резервного фонда $G_r(t)$, компенсируя указанные возмущения и обеспечивая тем самым заданную скорость ввода и освоения мощностей.

Подсистема траекторного управления производительностью оборудования определяет значение координаты траекторного управления или размер дополнительных вложений из резервного фонда $G_r(t)$. Алгоритм функционирования регулирует параметры блока подключения резервного фонда относительно гипотезы проявления производственных рисков.

Структура подсистемы траекторного управления включает блок оценки производственного риска, блок оценки состояния оборудования, блок выработки команд резервного фонда и блок управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования. Для коррекции передаточных свойств блока подключения резервного фонда поступает информация о практической динамике использования проектных мощностей $P_n(t)$.

$P_n(t)$ формируется блоком оценки состояния оборудования с учетом размера производственных рисков $R(t)$ и конструктивных параметров оборудования $K(t)$. Риск $R(t)$ определяется на основе рассогласования $\Delta Z(t)$ между планируемыми затратами $Z_n(t)$ и фактическими $Z_\phi(t)$. Для установления значения $Z_\phi(t)$, блок технического обслуживания и ремонта получает информацию $\Delta P(t)$ о рассогласовании планируемой динамики использования проектных мощностей $P_n(t)$ и практической динамики использования оборудования в проекте $P_\phi(t)$ (маневр оборудования). Значение параметров $P_n(t)$, $P_\phi(t)$, $R(t)$, $\Delta Z(t)$, $\Delta P(t)$ отражают влияние первоначально неопределенных воздействий, неконтролируемых внешних возмущений и изменений собственного движения процесса ввода и освоения проектных мощностей.

Исходя из особенностей динамики рассматриваемого процесса, подсистема траекторного управления должна реализовать такой закон управления, который позволит

спроектированному регулятору вырабатывать управляющие воздействия не просто как следящему измерителю, а как регулятору с настраиваемыми параметрами.

Этапы функционирования подсистемы траекторного управления представлены в следующей последовательности:

- мониторинг фактической динамики - фактического технического состояния оборудования в проекте, т.е. оценка исправности и/или работоспособности и определение действительного эксплуатационного ресурса в рамках жизненного цикла проекта;
- оценка рассогласования между действительным эксплуатационным ресурсом и ресурсом, требуемым по проектной мощности;
- формирование программы ТОиР в зависимости от стратегии (по наработке, по состоянию с контролем параметров, по состоянию с контролем уровня надежности) и применяемых режимов (оперативная, периодическая и ремонтные формы);
- оценка фактических затрат на техническое обслуживание и ремонт;
- оценка рассогласования между планируемыми затратами и фактическими;
- оценка риска проекта с учетом выбранной программой ТОиР и объемом производства рассчитанным по действительному эксплуатационному ресурсу оборудования;
- формирование динамики проектных мощностей - технологического профиля проекта, описанного авторами в [11];
- определение значения дополнительных вложений из резервного фонда (усиление управляющего воздействия).

Реализация последних трех этапов алгоритма требуют подключения базы знаний о производственной подсистеме проекта. Для ее построения требуется систематизация и интеллектуальный анализ данных о конструктивных параметрах, техническом состоянии, составе оборудования, условиях эксплуатации и прогнозах ресурсов оборудования, о затратах на обслуживание и ремонт, о фонде времени, о показателях эффективности проекта, о факторах, влияющих на производственные риски и т.д. Один из вариантов формирования подобной базы знаний предложен авторами в [8].

Таким образом, подсистема траекторного управления реализует алгоритм обнаружения изменений в состоянии оборудования и, как следствие, в динамике проектных мощностей, а также алгоритм адаптации процесса траекторного управления производственными мощностями к условиям реализации проекта.

Цель управления в предлагаемой технологии - сохранить требуемую скорость ввода и освоения производственных мощностей в проекте, т.е. $P'(t) = P'_n(t)$ - диктуется тем, что за определенный расчетный период необходимо выйти на заданную проектную мощность $P_0(t)$.

$P_0(t)$ система формирует таким образом, чтобы заранее заданный показатель качества функционирования проекта принимал наибольшее или наименьшее из возможных значений:

$$Q(t)[P_0(t), P'(t), P'_n(t)] \rightarrow \text{extr} ,$$

где $P_0(t)$ - заданная оптимальная проектная мощность;

$P'(t)$ - скорость ввода и освоения производственных мощностей в проекте;

$P'_n(t)$ - требуемая скорость ввода и освоения производственных мощностей в проекте.

Подсистема оптимизации качества проекта реализует алгоритм расчета оптимального значения производственных мощностей проекта и затрат на техническое обслуживание и содержание оборудования по результатам контроля значений $P'(t)$ и $P'_n(t)$, при которых выполняется критерий оптимальности.

Последовательность действий алгоритма данной подсистемы представлена следующими этапами:

- формирование вектора состояния оборудования проекта;
- определение производственной мощности оборудования;
- формирование вектора состояния проекта;
- определение требуемой скорости ввода и освоения производственных мощностей в проекте;
- формирование требований к качеству функционирования проекта;
- формирование показателя качества функционирования проекта;
- расчет оптимального варианта реализации проекта;
- определение заданной проектной мощности;
- оценка затрат на техническое обслуживание и содержание оборудования.

Выводы

В работе представлен алгоритм управления с использованием адаптационных возможностей проекта к производственному риску, основанный на выборе стратегий технического обслуживания и ремонта производственного оборудования с использованием резервного фонда проекта.

Разработаны структура и функции адаптивной системы управления процессом освоения проектных мощностей.

Предлагаемый алгоритм и система управления позволяют:

- повысить качество планирования проектов переоснащения производства за счет снижения объема инвестиций и учета возможного влияния производственного риска при оценке коммерческой эффективности проекта;
- проводить мониторинг, контроль и поддержку принятия решений по выбору стратегии технического обслуживания и определения объема ремонтных работ на основе проведенной оценки риска отказа оборудования;
- адаптировать процесс реализации проекта, т.е. удерживать проект в зоне допустимой эффективности с учетом изменяющихся условий внутреннего окружения проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галайко, В.В. Управление рисками проектов в условиях неопределенности // Управление риском. 2014. №2. – С.11-16.
2. Гончаренко С.Н., Парсегов А.С. Моделирование и оценка риска эксплуатации промышленного оборудования и в отечественных и зарубежных исследованиях // Управление риском. 2013. №2. С. 35-43.
3. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков программных систем по характеристикам качества // Вестник РГРТУ.2010. Вып.30. С. 77-82.
4. Косоруков И.А. Прогнозирование жизненных циклов электроустановок 6-35 кВ на основе математического моделирования и оценки рисков отказов: дис... канд. техн. наук / Самар. гос. тех. ун-т. Самара, 2013. 121 с.
5. Антоненко И.Н. Эволюция практик и информационных систем управления ТОиР // Автоматизация в промышленности. 2011. №10. С.27-30.
6. Гаibова Т.В., Шумилина Н.А. Формализация задачи управления проектным риском отказа оборудования // Научно-технический вестник Поволжья. 2015. №2. С. 90 – 93.
7. Гаibова Т.В. Многокритериальная оптимизация инвестиционных проектов развития промышленных предприятий: дис... канд. техн. наук / Самар. гос. тех. ун-т. Самара, 2004. 124 с.
8. Гаibова Т.В., Шумилина Н.А. Оценка проектного риска отказа оборудования на основе теории нечетких множеств // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2013. №2. С. 10-16.
9. Гаibова Т.В., Поданенко Н.О., Шумилина Н.А. Методика формирования оптимального состава оборудования в проектах реконструкции с учетом производственного риска // Сб. науч. трудов Актуальные вопросы современной науки. – Новосибирск:2013. Вып. 26. С. 189 – 199.
10. Васильев А.В. Оценка состояния технологического оборудования проектов промышленных предприятий / А.В. Васильев, Т.В. Гаibова, Н.А. Шумилина. Прикладная программа. Зарег. в УФЭР ОГУ №1030 от 18.11.14. Оренбург, 2014. 15 с.
11. Шумилина Н.А., Гаibова Т.В. Моделирование технологического профиля проекта // Гаудеамус.2010. №2(16). С. 378-380.

Рецензент: Шепель Вячеслав Николаевич, заведующий кафедрой «Управление и информатика в технических системах», кандидат технических наук, доктор экономических наук, ФБГОУ Оренбургский государственный университет.

Gaibova Tatyana Viktorovna
Orenburg State University, OSU
Russia, Orenburg
E-mail: gaibovasau@mail.ru

Shumilina Natalia Aleksandrovna
Orenburg State University, OSU
Russia, Orenburg
E-mail: shumilina_na@mail.ru

Adaptive management for a process of reaching a projected production capacity, taking into account the production risk of equipment failure

Abstract. The risk assessment is an integral part of process of making design decisions. The importance of the quantitative justification of such decisions is particularly actual for projects on conservation and development of the industrial enterprise production potential. The existing techniques do not have tools of a management tactical level to assess the specific type of risk and, therefore, do not provide the objective quantitative information to develop the specific control activations aimed at reducing risk.

In this study for a project-oriented task of production management we developed an adaptive algorithm for reaching a production capacity. Adaptation is caused by choice of strategies of maintenance and repair of production equipment taking into account the risk of equipment failure. As a mechanism of risk reduction there was selected a self-insurance procedure with the use of reserve fund.

In this article we present a block diagram of the algorithm developed by us and methods defined for its realization, as well as describe the possibilities of developed algorithm application in the project activities of industrial enterprises.

We developed an adaptive control system for a process of reaching a projected production capacity.

For each subsystem there were defined the controllable parameters and control activations, as well as developed the functioning algorithms. The functional diagram of adaptive system is presented to control a process of reaching a projected production capacity.

The developed toolkit allows one to increase the quality of design decisions when implementing project, providing the required level of efficiency with the help of forecasting results of the remaining equipment life taking into account of risk of its failure.

Keywords: adaptive management of project; project risk; risk of equipment failure; reaching a projected production capacity; reserve fund; program of equipment maintenance and repair.

REFERENCES

1. Galayko, V.V. Upravlenie riskami proektov v usloviyakh neopredelennosti // Upravlenie riskom. 2014. №2. – S.11-16.
2. Goncharenko S.N., Parsegov A.S. Modelirovanie i otsenka riska ekspluatatsii promyshlennogo oborudovaniya i v otechestvennykh i zarubezhnykh issledovaniyakh // Upravlenie riskom. 2013. №2. S. 35-43.
3. Taganov A.I. Metodika analiza i sokrashcheniya riskov programmnykh sistem po kharakteristikam kachestva // Vestnik RGRTU.2010. Vyp.30. S. 77-82.
4. Kosorlukov I.A. Prognozirovaniye zhiznennykh tsiklov elektroustanovok 6-35 kV na osnove matematicheskogo modelirovaniya i otsenki riskov otkazov: dis... kand. tekhn. nauk / Samar. gos. tekhn. un-t. Samara, 2013. 121 s.
5. Antonenko I.N. Evolyutsiya praktik i informatsionnykh sistem upravleniya TOiR // Avtomatizatsiya v promyshlennosti. 2011. №10. S.27-30.
6. Gaibova T.V., Shumilina N.A. Formalizatsiya zadachi upravleniya proektnym riskom otkaza oborudovaniya // Nauchno-tehnicheskiy vestnik Povolzh'ya. 2015. №2. S. 90 – 93.
7. Gaibova T.V. Mnogokriterial'naya optimizatsiya investitsionnykh proektov razvitiya promyshlennykh predpriyatiy: dis... kand. tekhn. nauk / Samar. gos. tekhn. un-t. Samara, 2004. 124 s.
8. Gaibova T.V., Shumilina N.A. Otsenka proektnogo riska otkaza oborudovaniya na osnove teorii nechetkikh mnozhestv // Intellekt. Innovatsii. Investitsii. 2013. №2. S. 10-16.
9. Gaibova T.V., Podanenko N.O., Shumilina N.A. Metodika formirovaniya optimal'nogo sostava oborudovaniya v proektakh rekonstruktsii s uchetom proizvodstvennogo riska // Sb. nauch. trudov Aktual'nye voprosy sovremennoy nauki. – Novosibirsk:2013. Vyp. 26. S. 189 – 199.
10. Vasil'ev A.V. Otsenka sostoyaniya tekhnologicheskogo oborudovaniya proektov promyshlennykh predpriyatiy / A.V. Vasil'ev, T.V. Gaibova, N.A. Shumilina. Prikladnaya programma. Zareg. v UFER OGU №1030 ot 18.11.14. Orenburg, 2014. 15 s.
11. Shumilina N.A., Gaibova T.V. Modelirovanie tekhnologicheskogo profilya proekta // Gaudeamus.2010. №2(16). S. 378-380.