

*О. В. Булыгина, канд. экон. наук, доцент,
филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске,
baguzova_ov@mail.ru*

*А. А. Емельянов, докт. экон. наук, профессор,
Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, г. Смоленск,
edit@s-university.ru*

*Ю. В. Селявский, преподаватель-исследователь,
Смоленский филиал РЭУ им. Г. В. Плеханова,
yurasel83@mail.ru*

Инструментальная поддержка принятия решений в управлении мультипроектами по выпуску металлопродукции. Часть 2

В статье обсуждаются некоторые результаты, полученные в процессе решения задачи оценки перспективности крупных инновационных мультипроектов по выпуску новой металлопродукции. В процессе решения разработаны методы прогнозирования производственных показателей предприятий, участвующих в реализации мультипроектов. Такие результаты имеют значение для развития экономико-математических и инструментальных методов анализа эффективности инновационной деятельности в условиях динамичности внешней среды. Создана модель процесса реализации крупного инновационного мультипроекта в рамках технологической цепи выпуска новой металлопродукции с возможностью выполнения его этапов несколькими участниками. Произведена оценка различных составляющих инновационного потенциала металлургических и металлообрабатывающих предприятий и их внешнего окружения с использованием динамических растущих пирамидальных сетей и калмановской фильтрации. Создана компьютерная акторная имитационная модель реализации этапа организации производства. На этой научно-методической основе разработаны организационно-вычислительная процедура и информационная система поддержки принятия решений по управлению крупным инновационным мультипроектом с применением динамической сетевой модели подготовки, согласования и утверждения технических заданий для его субпроектов.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, растущие пирамидальные сети, фильтрация Калмана, имитационная модель, выпуск металлопродукции, мультипроектная разработка, информационная система.

Акторная имитационная модель производственного процесса выпуска металлопродукции

Данная модель, предназначена для уточнения и обоснования достоверности результатов исследования инновационного потенциала

участников реализации мультипроектов в металлургии. Необходимость в создании такой модели появляется в связи с тем, что были использованы квалиметрические методы в принятии решений, которые должны проверяться на реальных данных с получением четких реальных метрологических результатов.

Все анализируемые выше процессы взаимосвязаны в рамках управляемой модельной экономической системы, имеющей две следующие особенности.

Первая особенность. В системе есть положительные и отрицательные обратные связи по управлению, которые позволяют реализовать адаптацию системы к неблагоприятно складывающимся обстоятельствам, и есть индикаторы, с помощью которых эти связи могут срабатывать в нужные моменты времени. Наиболее чувствительными индикаторами являются положительное и отрицательное сальдо на счете 51 (Р/счет), и при сочетании мелкосерийного производства с поставками по заказам и на счете 10 (Склад).

Положительная обратная связь возникает при существенных значениях положительных сальдо на этих счетах, что может породить увеличение темпов производства. Однако стремление расширить производство требует дополнительного пополнения запасов материалов на складе, что увеличивает расход средств на расчетном счете и увеличивает вероятность обращений в банк для получения краткосрочных кредитов. В результате чаще появляются отрицательные сальдо существенных значений, что приводит к появлению отрицательной обратной связи.

Вторая особенность. В системе имеются факторы, способствующие как появлению, так и исчезновению таких рискованных ситуаций, в результате которых деятельность предприятия может быть прекращена. Наиболее опасный фактор – это длительная неплатежеспособность с расчетного счета, независимо от состава положительного сальдо (собственные или заемные средства). Если предприятие работает не всегда нестабильно на рассматриваемом интервале Деятельности $T_{ид}$, например, $T_{ид} = 730$ дн, т. е. два года, то неплатежеспособность на конкретный День $t=1..T_{ид}$ можно характеризовать периодом непрерывной неплатежеспособности $T_{нп}(t)$ – значением порядкового номера (подряд) – какой это по счету день подряд, когда предприятие

не может рассчитываться с поставщиками, кредиторами, по зарплате, по налогам и т. п. Следует отметить, что $T_{нп}(t)$ внешне является функцией времени, но по существу – функцией всех результатов деятельности предприятия, которые могут изменяться во времени.

Соответственно, риск неплатежеспособности на интервале деятельности $T_{ид}$ можно охарактеризовать фактором неплатежеспособности

$$T_{деф} = \frac{1}{T_{ид}} \int_0^{T_{ид}} T_{нп}(t) dt, \text{ дн}, \quad (6)$$

который можно получить только экспериментально.

Поэтому действенность предложенных выше инструментов поддержки принятия решений по управлению мультипроектами при реализации инновационных проектов на предприятиях металлургии, выполняемых на различных этапах технологической цепи создания новой металлопродукции, нуждается в экспериментальном подтверждении. Эксперимент заключается в проведении серии опытов для получения численных результатов о финансово-хозяйственной деятельности тех участков производства, на которых планируется внедрение таких инструментов [2, 12]. Их действенность [24] в данном случае может быть подтверждена, если эксперимент длится на интервале не менее одного года. Чаще всего эксперимент может быть натурным или модельным.

Натурный эксперимент позволяет наблюдать реальные результаты, и в этом его преимущество. Однако его проведение крайне дорого в смысле временных и финансовых затрат на реальном предприятии. Кроме того, возможны угрозы рискованных событий [3, 4] из-за непродуманных тактических действий, результаты которых могут пагубно сказаться на состоянии предприятия.

Модельный эксперимент требует создания компьютерной имитационной модели, которая в состоянии отображать динамику всех изменений в течение длительного периода

времени и реагировать на возможность появления рисков событий. Моделирование проводится в виртуальном модельном времени – в максимально уплотненном масштабе (например, $1c \leftrightarrow 100$ дн.).

Далее рассматриваются *опыты* с моделью предприятия, функционирующего на протяжении 1 года (или 730 дн астрономического времени), в которой задействованы десятки основных процессов, включая финансовые, выполняемых на предприятии, причем все процессы непосредственно или опосредовано взаимосвязаны. Такой опыт может быть выполнен в компьютере менее чем за 1 мин с выдачей необходимых результатов о всех изменениях и о возникновении угроз различных рисков событий.

Создание имитационной модели предприятия требует применения специальных моделирующих пакетов прикладных программ, которые сами не являются моделями, а только предоставляют модельерам некий «программный конструктор», который позволяет сравнительно быстро собирать имитационную модель. В России для разных целей используются более 20 таких пакетов.

В университетах и академических институтах, где есть сложившиеся экономические научные школы, методы имитационного моделирования нередко применяются и для исследования динамики экономических процессов. Причем модели экономических процессов должны разделяться исследуемым динамическим характеристикам: управление рисками; исследование временной динамики; комплексное исследование системной динамики. Соответствующие характеристики могут влиять на выбор программных средств. Для совместного исследования временной, пространственной и финансовой динамики сложного экономического процесса в рекомендациях Национального общества имитационного моделирования [21] в России предпочтение отдается пакету *Actor Pilgrim* [2, 5] по следующим причинам: инструментальные средства, традиционно используе-

мые для моделирования в технике [11, 14], в экономике не обладают необходимыми качествами. Их можно применять для исследования временной динамики, но для моделирования пространственной и финансовой динамики, особенно с учетом неопределенности и рисков, необходимы особые системные свойства моделирующей системы.

В качестве прообраза предприятия для создания модели выбрана компания ООО «Атлантик Компани», г. Смоленск. В имитационной модели функционирования предприятия такого типа может быть задействовано не менее 36 модельных процессов, имитирующих выпуск и отгрузку заказчикам металлокомплектов сборных изделий из металла и набора металлических комплектующих (деталей), изготовленных из листового, трубного, сортового проката и из других материалов. Такие процессы можно объединить в виде модельной двуслойной структурной схемы, как показано на рис. 6 и 7.

Слой 1 – это модельный слой процесса производства, который представляет сеть из основных 27 модельных процессов, задействованных в производстве металлокомплектов (рис. 6).

Само производство представлено процессом узлом № 6 – многоканальным процессом типа *serve*. Остальные 26 узлов – обеспечивающие модельные процессы.

В узле № 1 **actor** появляются акторы – внешние заказы. В узле № 3 появляется актор – агент заказчика, контролирующей выполнение заказа и после осуществления предоплаты и отгрузку металлокомплекта после полного расчета с предприятием. В узле № 9 ежедневно возникают акторы – анализаторы производственного процесса.

На этом же слое есть две унифицированные опциональные процедуры:

Fussy Logical Decision – для принятия оперативных решений по адаптации периодичности выпуска [2] мелких серий;

Fussy Priority Controller – нечеткологический контроллер назначения динамиче-

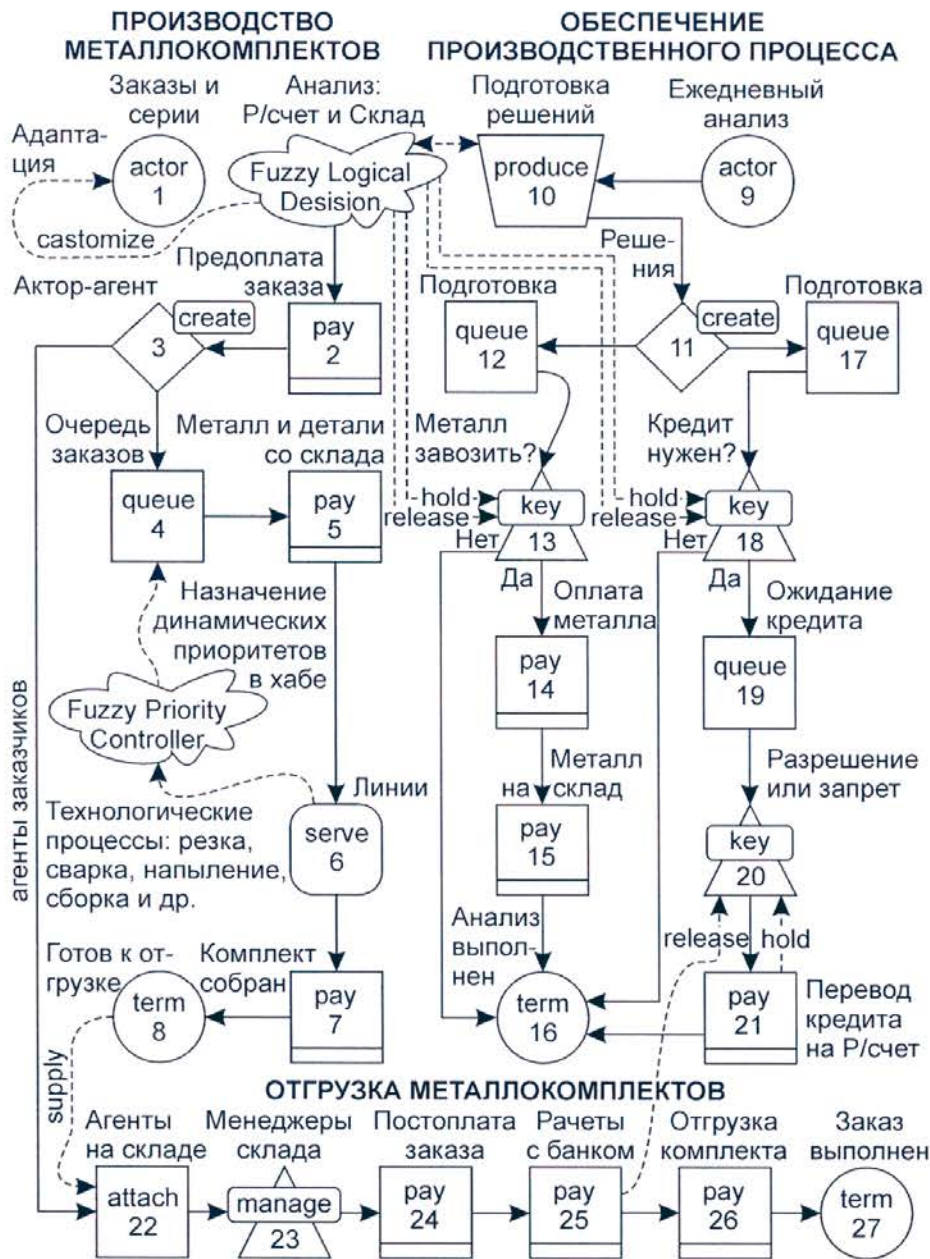


Рис. 6. Модельный слой процесса производства

Fig. 6. Model layer of the production process

ских приоритетов [10] выполнения процессов в узле 6 модели.

В обеих процедурах используется алгоритм Мамдани.

Слой 2 – это финансовологистический слой модели, представляющий собой «подсеть» (рис. 7), через которую взаимодействуют процессы слоя 1.

Наглядность послойного взаимодействия обеспечивается привязкой всей схемы модели на обоих рисунках к счетам бухгалтерского учета: Склад – сч. 10, Производство – сч. 20, Отгрузка продукции – сч. 45, Расчетный счет – сч. 51, Расчеты с поставщиками – сч. 60, Покупатели (заказчики) – сч. 62, Краткосрочный кредит в банке – сч. 66.

На обоих слоях модели находится некое переменное число акторов – основных динамических единиц модели, мигрирующих по процессам-узлам. Попадание актора на слой 2 происходит, как только он достигнет узла типа **pay**. В узлах типа **send** с номерами 28 ÷ 35 выполняются действия, со-

ответствующие бухгалтерским проводкам. В этих же узлах автоматически контролируется возможность возникновения некоторых рисков событий, угроза которых возникает в связи со случайно несоординированными действиями, поскольку одновременно известны *остаток* (или положительное сальдо) и *дефицит* (задолженность – отрицательное сальдо) в каждом узле. Особенно значимы для предприятия вероятности таких ситуаций (см. рис. 7):

- отсутствие средств на расчетном счете тогда, когда нужно оплачивать поставщикам поставку материалов на склад (иначе остановится производство до появления средств);
- отсутствие средств на расчетном счете тогда, когда нужно рассчитываться с банком по погашению кредитной задолженности (иначе все может остановиться до появления средств, например, от продажи очередного комплекта);
- отсутствие на складе материалов.

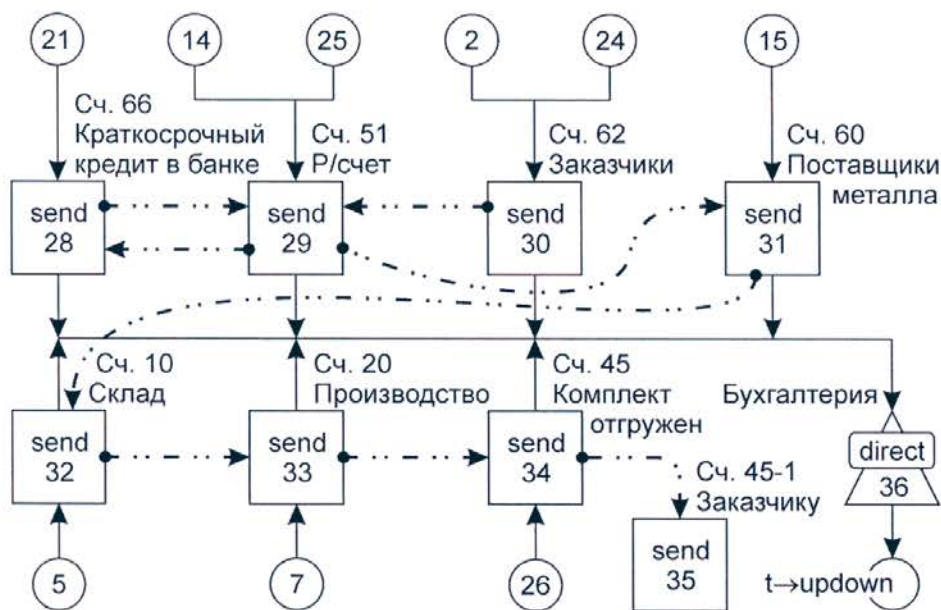


Рис. 7. Финансово-логистический слой модели

Fig. 7. Financial and logistic layer of the model

Например, если на верхнем слое в узле № 14 рау необходимо рассчитаться с поставщиком материалов с расчетного счета, то соответствующий актер-анализатор переходит на узел 29 (P/счет). Если положительное сальдо позволяет выполнить платеж, то требуемая сумма перечисляется на счет поставщику, а положительное сальдо уменьшается на эту же величину. Но если остаток на счете мал и платеж невозможен, то актер-анализатор останавливается, и отрицательное сальдо увеличивается на соответствующую сумму. Таким образом по факту может возникнуть очередь запросов к расчетному счету и возникнуть период неплатежеспособности. Все эти механизмы в модели работают автоматически в ускоренном модельном времени. Координацию осуществляет процесс Бухгалтерия – узел 36. Возврат актора на слой 1 (в следующий за узлом рау узел) происходит по указателю **t** – **>updown** автоматически. Все, что происходит на слое 2 в узлах 28 ÷ 35, отслеживает программный процесс Бухгалтерия.

Эксперимент, позволяющий проводить оптимизацию и находить рациональные ре-

шения проводится в соответствии с «экстремальным планом», который создается полуавтоматически с помощью той же имитационной модели. Для управления сериями опытов во время планового эксперимента необходим программный Пульт Управления – набор интерактивных панелей, связанных с программной моделью. Он также создается с помощью моделирующего пакета полуавтоматически. Этот пульт во время эксперимента в диалоговом режиме позволяет регулировать все параметры модели, заявленные для отображения в диалоговых окнах программных панелей (рис. 8).

Провести натурный эксперимент, соответствующий этому примеру, нереально в связи с угрозой убытков. Сложность управления усугубляется тем, что предприятие занимается мелкосерийным производством при наличии не вполне эластичного спроса на металлокомплекты. В качестве примера особенности установившегося спроса на некоторые серийные изделия (детали изделий) на предприятии ООО «Атлантик Компани» отражены на рис. 9.

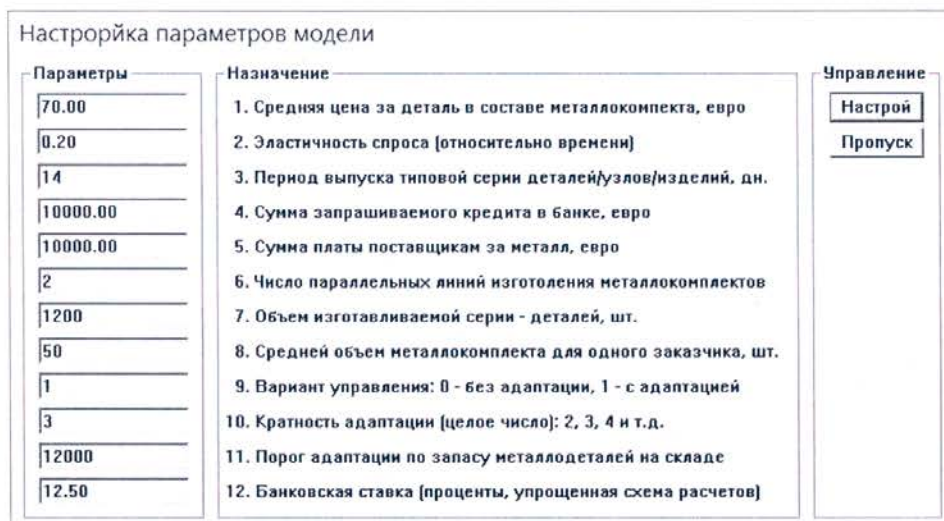


Рис. 8. Интерактивная панель управления основными параметрами модели

Fig. 8. Interactive control panel of the main model parameters

На рис. 10 показано, что в начальный момент времени предприятие находится в «плохой» ситуации: на расчетном счете денег нет, но и долгов нет, на складе материалов нет, но есть заказы.

Попытки с помощью банка выправить ситуацию привели к тому, что показано на рисунке: рост неплатежеспособности практически линейный. При таких результатах предприятие должно быть закрыто уже по результатам второго полугодия. Однако применение методов адаптивного управления всем процессом [3, 4] с использованием нечеткой логики в технологических хабах [13, 22, 23] позволяет без изменения исходных данных и финансирования стабилизировать деятельность предприятия и только за счет оперативной координации тактики адаптивного управления улучшить ситуацию (рис. 11). Видно, что за полгода ситуация выправляется, и далее предприятие работает стабильно.

Значения фактора неплатежеспособности по формуле (6) в модели получается автоматически. Дело в том, что на рис. 10 и рис. 11

площади затонированных областей представляют собой значения Интеграла

$$\int_0^{T_{ид}} T_{нп}(t) dt$$

которое подсчитывается в процессе выполнения модели, и это значение просто делится на $T_{нп}$, в результате получается $T_{деф}$.

Продемонстрированный выше результат объясняется наличием минимумов поверхности отклика на получаемой в процессе эксперимента неизвестной поверхности отклика, обнаруживаемых в результате серии спланированных экстремальных экспериментов [4].

На модели проверены два режима работы:

1) последовательное обслуживание заказчиков – в порядке поступления заказов (это типовой случай);

2) мелкосерийное производство – если заказчиком достаточно, но в комплектах, которые нужно поставить, много типовых металлоизделий, и с точки зрения рационализации производства их можно объединять в серии.

Математический вид поверхности отклика $T_{деф}$, получаемой при варьировании не только

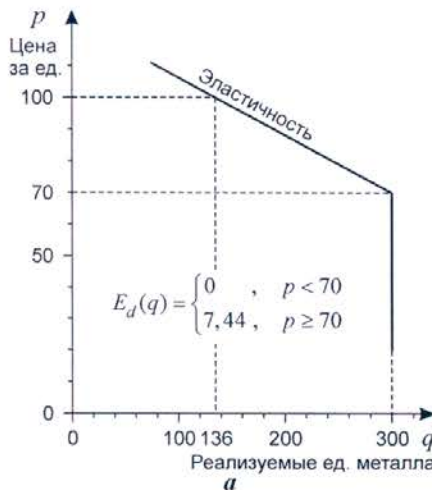


Рис. 9. Особенности спроса на металлопродукцию: а – функциональная связь цены и спроса; б – связь цены и периодичности спроса

Fig. 9. Features of demand for metal products: a – the functional relationship of price and demand; b – the relationship between price and demand periodicity

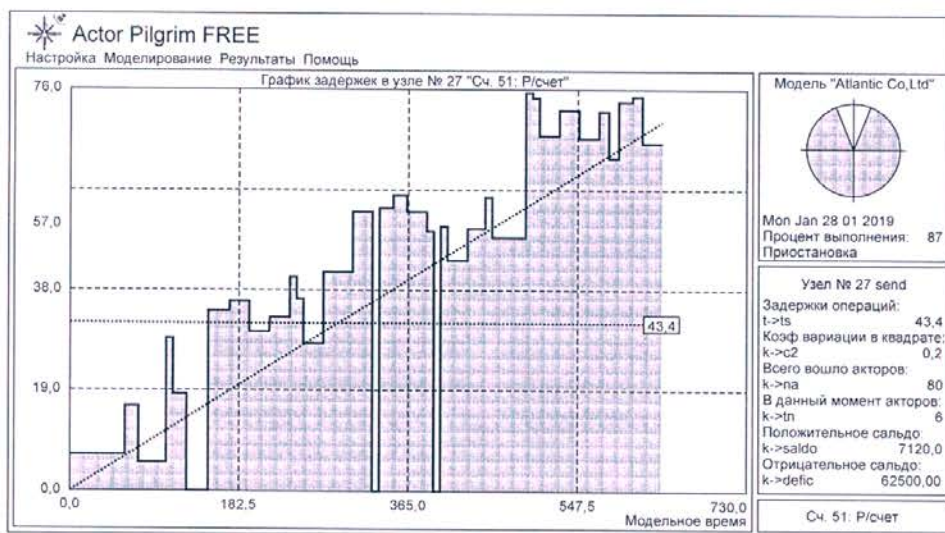


Рис. 10. Последствия некорректного прямого динамического управления
Fig. 10. Consequences of incorrect crisp dynamic enterprise management

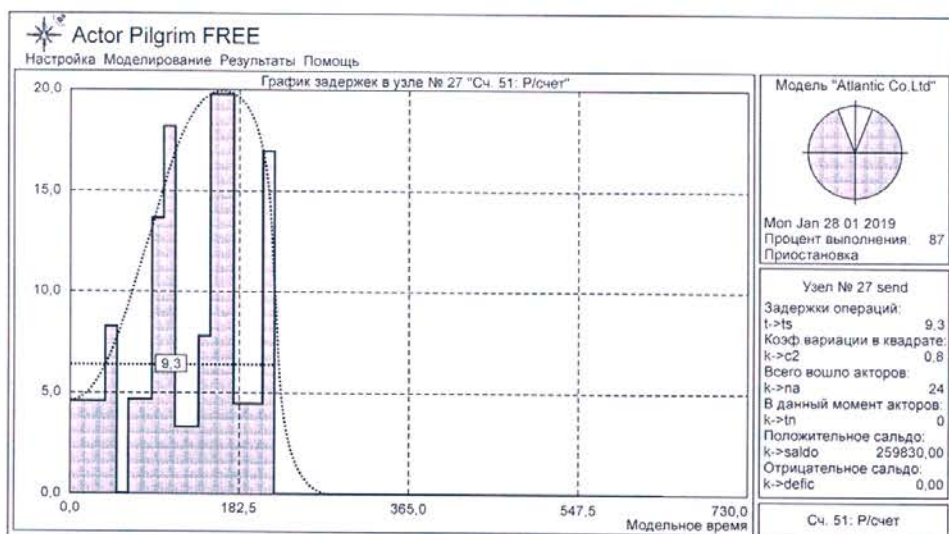


Рис. 11. Эффект динамического адаптивного управления предприятием
Fig. 11. Effect of dynamic adaptive enterprise management

временем t , но другими параметрами, неизвестен в обоих случаях, **однако с помощью модели обнаружено**, что даже при резких ограничениях кривой спроса (см. рис. 9 – резкий спад спроса) в случае мелкосерийного производства эта поверхность достаточно «гладкая», и рациональные соотношения между ценами на детали металлоизделий и периодами выпуска серий определенного объема, близкие к оптимальным, достаточно просто устанавливаются методом покоординатного спуска Гаусса-Зейделя.

Поэтому практически полезной является задача определения локальных минимумов на поверхности отклика, которую в «локальном» смысле можно представить следующей Функцией

$$T_{\text{деф}} = f(\Phi_{\text{изд}}, T_{\text{сер}}, t) \text{ дн}, \quad (7)$$

где $\Phi_{\text{изд}}$ – вектор цен на детали металлокомплектов;

$T_{\text{сер}}$ – периодичность выпуска серий;

t – текущее время одного опыта.

Например, варьирование ценой на детали металлоизделий $C_{\text{изд}} \in \Phi_{\text{изд}}$ и периодичностью

изготовления серии $T_{\text{сер}}$ удается определить рациональные значения цены

$$C_{\text{изд}} = C_{\text{изд}}^{\text{рац}} = 70 \text{ €}$$

и периода $T_{\text{сер}} = T_{\text{сер}}^{\text{рац}} = 35 \text{ дн}$ – координаты локального минимума, при которых периоды неплатежеспособности снижаются до нуля: $T_{\text{деф}} = 0,0 \text{ дн}$. Результаты показаны на рис. 12. Решение получено полуавтоматически – с участием модельера за 6 итераций.

Следует отметить, что полученное решение явно рациональное, однако оно не оптимальное, а координаты $(C_{\text{рац}}, T_{\text{рац}})$ не являются координатами оптимума, поскольку формула (7) является упрощенной, а $T_{\text{деф}}$ зависит и от некоторых других факторов и результатов деятельности предприятия, как регулируемых, так и нерегулируемых, в том числе – случайных.

Кроме того, исследование $t_{\text{сер}}$ представляет собой отдельную научную задачу.

Краткие выводы. Разработанная компьютерная акторная имитационная модель В отличие от известных моделей появляется возможность получения недостающих статисти-

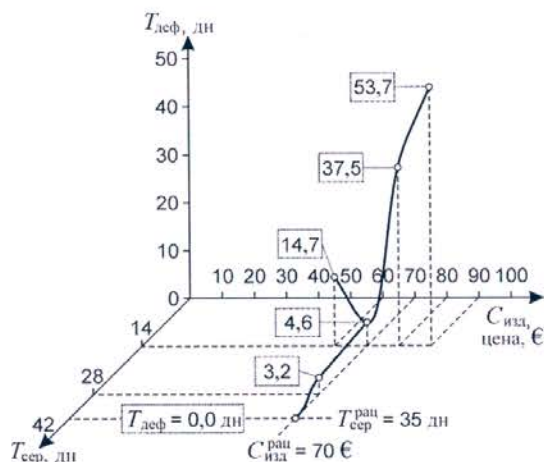


Рис. 12. Применение метода Гаусса-Зейделя для выбора варианта совместного управления выполнением заказов и мелкосерийного производства

Fig. 12. Application of the Gauss-Seidel method to manage the execution of orders in conjunction with small-scale production

ческих характеристик для оценки и адаптации рискованных решений по финансовому и материальному обеспечению производства металлопродукции с учетом системной динамики отклонений целевых показателей проекта на значительном интервале времени (не менее года). При этом анализируется совместно временная и финансовая динамика производства. Причем не только качественно, но и количественно показано, как и насколько финансовая динамика часто даже в большей степени влияет на риски несвоевременных платежей предприятия (6) и последующие задержки производства по сравнению с наблюдаемой временной производственной динамикой (7).

Архитектура информационной системы в управлении крупным инновационным мультипроектом выпуска металлопродукции

Разработка организационного механизма управления крупными инновационными мультипроектами, требующими согласованной реализации множества субпроектов, выполняемых различными участниками, представлена на рис. 13. В данном случае отличительной чертой разработки является трехуровневая система управления [10].

Первым уровнем мультипроектного управления является непосредственно само металлургическое предприятие, которое полностью или частично реализует один или несколько инновационных субпроектов. В свою очередь, каждое металлургическое предприятие может использовать свой подход к построению организационной структуры (функциональный, матричный или проектный).

Второй уровень мультипроектного управления объединяет предприятия, реализующие инновационные субпроекты в рамках одного этапа технологической цепи создания новой металлопродукции. Для его организации

предлагается создание специального проектного органа, который будет осуществлять мониторинг процессов разработки реализации данных субпроектов с целью контроля эффективности использования совместных ресурсов и достижения поставленных локальных целей. Для этого предлагается использовать специальную систему показателей результативности *KGI (key goal indicators)*, которые будут отражать степень достижения локальных целей, поставленных перед конкретным субпроектом.

Третий уровень управления связан с управлением мультипроектом в целом и предлагает создание надпроектного органа – координационного центра, который будет осуществлять контроль согласованной реализации всех входящих субпроектов.

Кроме того, данный орган будет осуществлять контроль выполнения государственных и целевых программ, а также расходования средств, предоставляемых различными фондами. Для этого предлагается включать в его состав членов проектных органов, созданных для управления субпроектами на всех этапах технологической цепи, а также представителей профильных министерств и различных фондов.

Разработка технических заданий для каждого субпроекта, входящего в его состав, имеет некоторые особенности. В связи с высокой сложностью данного процесса и большой ценой ошибки проектирования целесообразно осуществлять предварительное моделирование процессов разработки, согласования и утверждения технического задания для всех субпроектов, входящих в состав мультипроекта [25].

Для моделирования указанного динамического дискретного процесса можно использовать временную сеть Петри, которая представляет собой ориентированный двудольный мультиграф, описываемый следующим образом:

$$\Gamma_{PET} = (P, T, I, O) \quad (8)$$

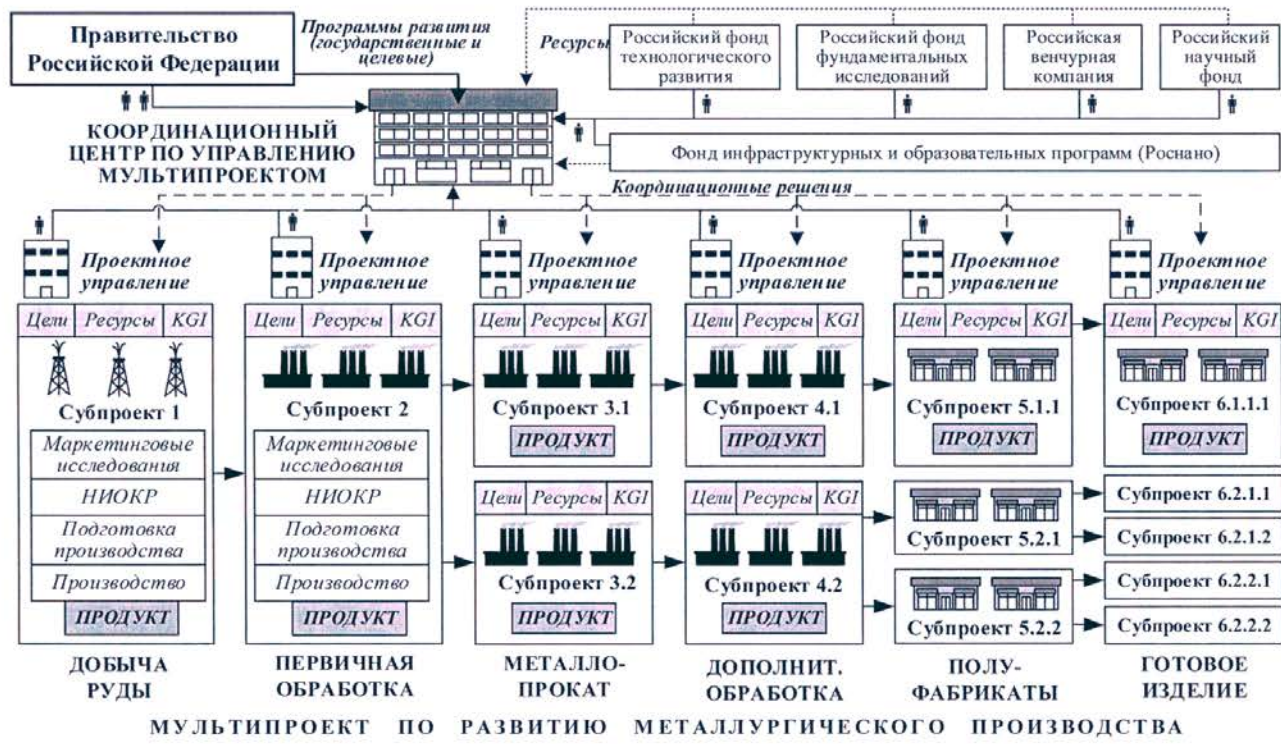


Рис. 13. Организационный механизм управления крупными мультипроектами в металлпроизводстве
 Fig. 13. Organizational mechanism for managing large multiprojects in metal production

где P – множество позиций (возможных результатов выполнения этапов);

T – множество переходов (этапов процесса разработки технического задания субпроекта);

I – входная функция, ставящая в соответствие переходу множество входных позиций (т. е. заданий, которые необходимо выполнить на конкретном этапе);

O – выходная функция, ставящая в соответствие переходу множество выходных позиций (т. е. результатов выполнения конкретного этапа, которые содержат в себе задачи для следующего этапа).

На рис. 14 представлена динамическая модель разработки, согласования и утверждения технических заданий для субпроектов, входящих в состав крупного мультипроекта в металлургии. Так, предлагаемая временная сеть Петри позволяет параллельно разрабатывать технические задания для нескольких смежных субпроектов, а также подбирать их исполнителей на основе интеллектуального анализа данных о внутренней и внешней среде.

Предложенные экономико-математические инструменты реализованы в виде информационной системы поддержки принятия

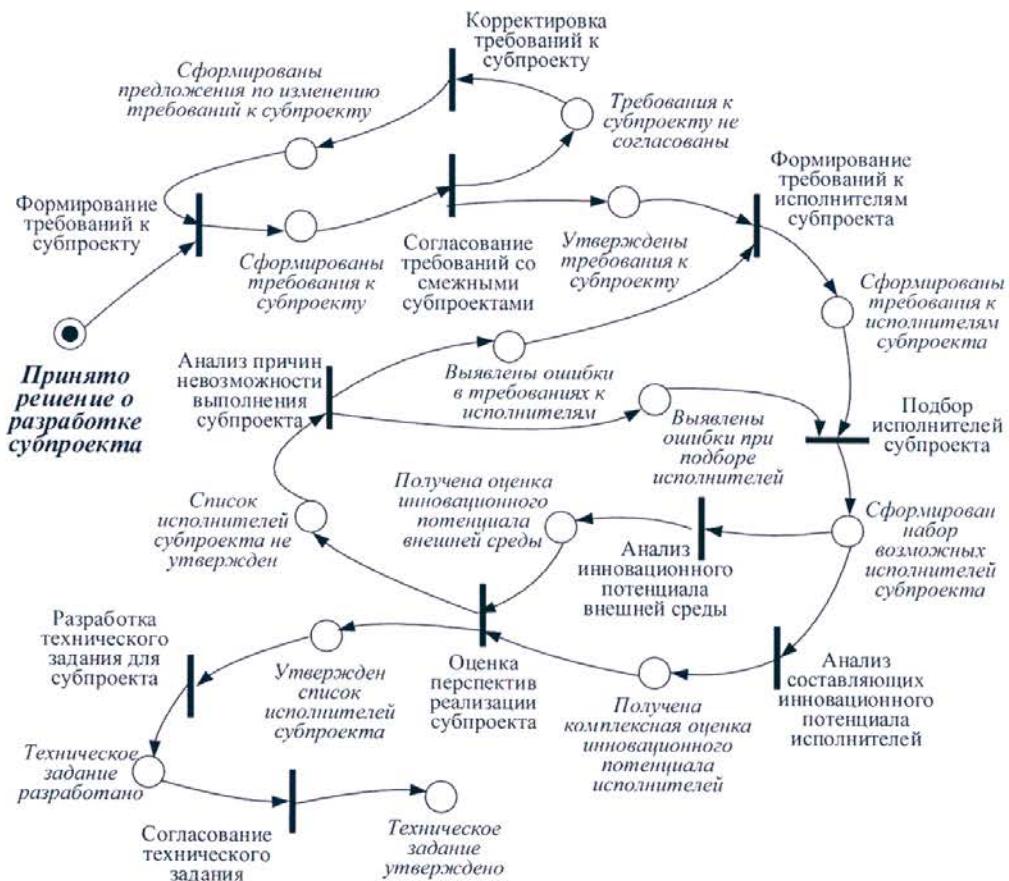


Рис. 14. Сетевая модель разработки, согласования и утверждения технического задания субпроекта в составе мультипроекта

Fig. 14. Network model of development, coordination and approval for a technical project of a subproject as part of a multiproject

решений по управлению крупными инновационными мультипроектами в металлургии, которая основанная на автоматизированной обработке информации, поступающих из корпоративных хранилищ данных предполагаемых участников, а также внешней среды [20].

На рис. 15 приведена архитектура информационной системы поддержки принятия решений по управлению крупными инновационными мультипроектами в металлургии. Данная информационная система реализована на базе СУБД *Oracle* с использованием пакета прикладных программ *Matlab*, а также интегрирована с корпоративной информационной *ERP*-системой.

Блоки нечеткологического вывода, используемые для агрегирования показателей оценки составляющих инновационного потенциала (алгоритм Сугено) и подстройки алгоритма калмановской фильтрации (алгоритм Мамдани), реализованы с помощью встроенного языка пакета *Matlab* и инструментов.

Блоки диагностики инновационного потенциала предприятий-участников инновационного субпроекта и их внешнего окружения, построения краткосрочного прогноза различных показателей оценки их составляющих с помощью калмановской фильтрации и долгосрочного прогноза состояния рыночной конъюнктуры реализованы в виде *Java*-приложений.

Блок «Акторная имитационная модель», входящий в состав информационной системы и имеющий стандартные интерфейсы *C++* и *Java*, разработан с помощью встроенного языка системы имитационного моделирования *Actor Pilgrim*.

В качестве корпоративной информационной *ERP*-системы можно использовать *Oracle E-Business Suite*, осуществляющей автоматизацию бизнес-процессов планирования, учета и контроля всех видов ресурсов. Хранилище данных построено на основе реляционной СУБД *Oracle*.

Краткие выводы. Разработанные процедура и информационная система поддержки

принятия решений по управлению крупным инновационным мультипроектом в металлургии имеют оригинальные особенности.

В состав алгоритмического обеспечения включена созданная динамическая сетевая модель подготовки и утверждения технических заданий для инновационных субпроектов, представленная в виде временной сети Петри (8).

При этом доказано, что данная процедура создает необходимые условия повышения эффективности реализации смежных субпроектов за счет сокращения времени выполнения начальных этапов (количественно) и числа ошибок при согласовании требований (качественно).

Заключение

Представленные выше инструменты поддержки принятия решений по управлению мультипроектами были практически использованы для анализа возможностей реализации крупных инновационных проектов, выполняемых на различных этапах технологической цепи создания новой металлопродукции:

- этап «Первичная обработка»: проект по созданию технологии окомкования с помощью обжиговой машины кольцевого типа;
- этап «Металлопрокат»: проект по выпуску бесшовных труб разного диаметра для удовлетворения потребностей различных отраслей промышленности;
- этап «Дополнительная обработка»: проект по внедрению технологии напыления покрытий для повышения твердости, жаропрочности и антикоррозионных свойств (ионно-плазменная наплавка, магнетронное напыление, плазменная металлизация);
- этап «Производство полуфабрикатов»: проект по внедрению технологий лазерной сварки и плазменной резки металла для получения различных деталей.

С использованием инструментов анализа инновационного потенциала ме-

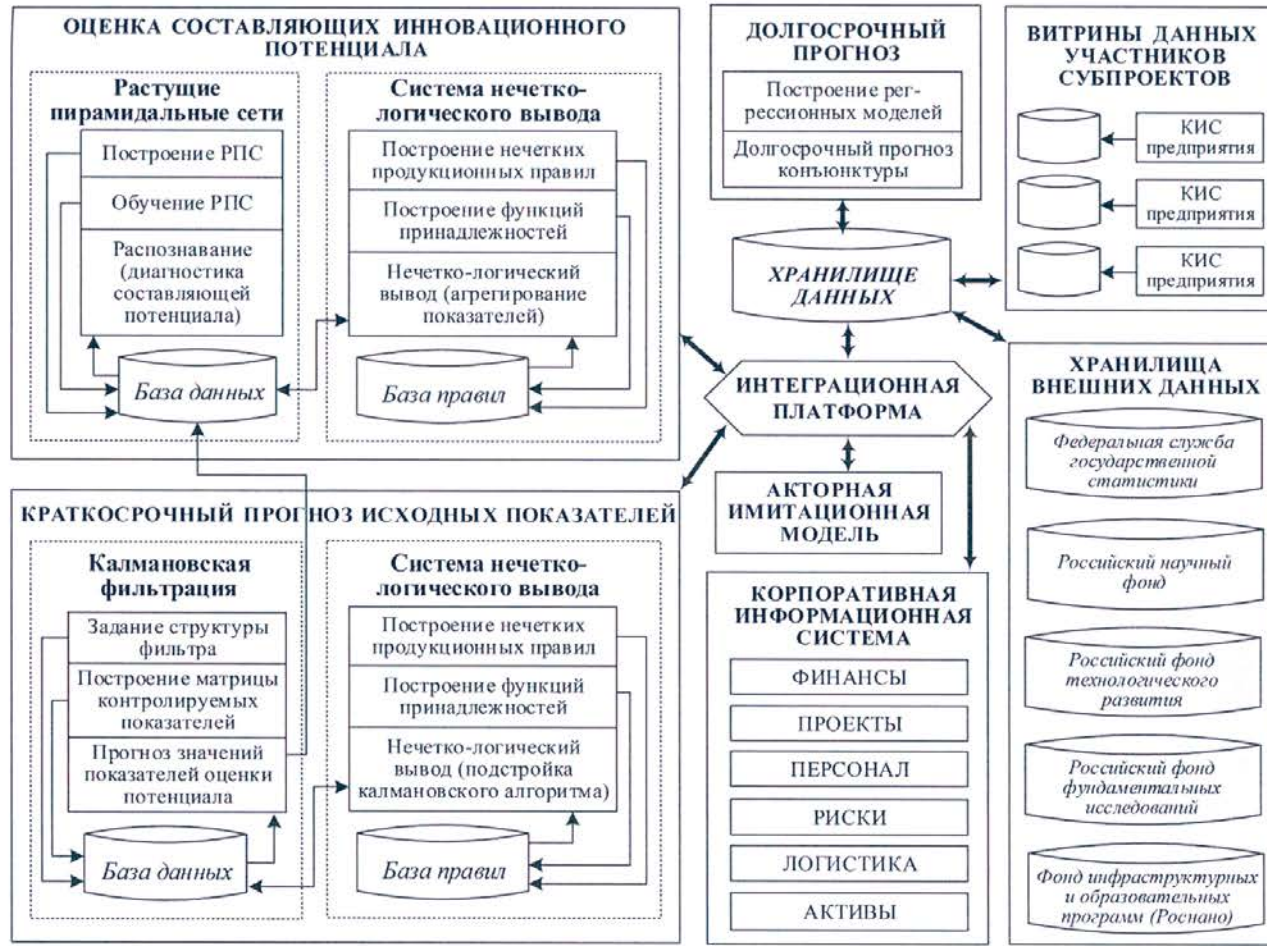


Рис. 15. Архитектура системы под-ержки принятия решений по управлению крупными инновационными мультипроектами в по выпуску металлопродукции

Fig. 15. Architecture of decision support system for the large innovative multiproject management in metallurgy

таллопроизводителей и их внешнего окружения, методов РПС и калмановской фильтрации были возможности некоторых предприятий России: ООО «Атлантик Компани» (г. Смоленск), ООО «БрянскМеталл» (г. Брянск), АО «Металлоторг» (филиал в г. Калуге), ООО «Мега Металл ТД» (г. Тула).

Благодаря таким факторам, как развитый человеческий капитал, успешность реализации инноваций, автоматизация труда, базовым для проведения исследований посредством компьютерных экспериментов стало предприятие ООО «Атлантик Компани» – ведущее предприятие в смоленском регионе по выпуску металлопродукции. Анализ факторов внешней среды выявил ряд благоприятных условий (наличие инновационной инфраструктуры) для реализации проекта по внедрению технологии лазерной сварки, плазменной резки металла и напыления металлических поверхностей.

Список литературы

1. Булыгина О. В. Анализ реализуемости инновационных проектов по созданию наукоемкой продукции: алгоритмы и инструменты // Прикладная информатика. 2016. Т. 11. №4 (64). С. 87–102.
2. Булыгина О. В., Емельянов А. А., Емельянова Н. З. Имитационное моделирование в экономике и управлении/Под ред. А. А. Емельянова. М.: ИНФРА-М, 2019.– 592 с.
3. Булыгина О. В., Емельянов А. А., Емельянова Н. З. Системный анализ в управлении рискованными проектами с применением специальных шкал (на примере процессов инвестирования) // Прикладная информатика. 2016. Т. 11. №5 (65). С. 31–61.
4. Булыгина О. В., Емельянов А. А., Емельянова Н. З., Кукушкин А. А. Системный анализ в управлении/Под ред. А. А. Емельянова. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018.– 450 с.
5. Булыгина О. В., Емельянов А. А., Росс Г. В. Гибридное кибермоделирование в экономике: теория акторных сетей, симуляция, НЕ-факторы и сверхнечеткая логика // Прикладная информатика. 2018. Т. 13. №6 (78). С. 78–90.
6. Булыгина О. В., Кукушин П. П., Селявский Ю. В. Модели диагностики металлообрабатывающих предприятий. Смоленск: Универсум, 2014. – 156 с.

7. Булыгина О. В., Масютин С. А., Селявский Ю. В. Процедура оценки перспектив реализации инновационного IT-проекта в условиях неопределенности // Транспортное дело России. 2015. №2 (117). С.198–200.
8. Булыгина О. В., Селявский Ю. В., Офицеров А. В. Диагностика реализации инновационных проектов с использованием нечетко-сетевых иерархических моделей // Путеводитель предпринимателя. 2015. Вып. XXVII. С. 96–104.
9. Гладун В. П. Растущие пирамидальные сети // Новости искусственного интеллекта. 2004. №1. С. 30–40.
10. Гончаров А. М., Селявский Ю. В. Структура инновационной системы современной организации // Путеводитель предпринимателя. 2015. Вып. XXVII. С. 34–37.
11. Девятков В. В., Девятков Т. В., Федотов М. В. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO/Под ред. В. В. Девяткова. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2018.– 284 с.
12. Емельянов А. А. Планирование экстремальных экспериментов с имитационными моделями // Прикладная информатика. 2013. Т. 8. №3 (45). С. 76–90.
13. Емельянов А. А., Булыгина О. В., Халин В. Г. Экономико-имитационное моделирование с элементами искусственного интеллекта. М.: Неолит, 2018.– 160 с.
14. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ – Петербург, 2005.– 400 с.
15. Какатунова Т. В., Гончаров А. М., Селявский Ю. В. Использование итерационного подхода к разработке и реализации сложного инновационного проекта // Вестник Российской академии естественных наук. 2015. №3. С. 65–67.
16. Масютин С. А., Селявский Ю. В., Кукушин П. П. Организационный механизм управления крупными мультипроектами в промышленности // Транспортное дело России. 2017. №6. С. 18–20.
17. Панченко С. В., Пучков А. Ю., Селявский Ю. В. Параметрическая настройка нечеткого фильтра Калмана в системе управления электротермическим реактором // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. Международный научно-технический журнал. 2016. №7. С. 51–55.
18. Селявский Ю. В. Динамические растущие пирамидальные сети для оценки возможностей реализации инновационных проектов в металлургии // Журнал правовых и экономических исследований. 2017. №2. С. 246–250.
19. Селявский Ю. В. Оценка инновационного потенциала металлургических предприятий, участвующих в реализации сложных проектов // Журнал пра-