



## К вопросу о дополнительной дистанционной образовательной программе «Использование информационных технологий в инженерной, научной и административно - управленческой деятельности» Часть II

*М.Д. Розин<sup>1</sup>, В.П. Свечкарев<sup>1</sup>,*

*И.Н. Мощенко<sup>1</sup>, Е.В. Пирогов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Ростовское региональное отделение общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия», Ростов-на-Дону*

*<sup>2</sup> Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье представлена информация о программе повышения квалификации «Использование информационных технологий в инженерной, научной и административно - управленческой деятельности», разработанной в рамках выполнения проекта Ростовского отделения РИА «Инженерный открытый общедоступный форум научной и технологической деятельности, социального и технологического предпринимательства «Розмыслы», который выполняется с использованием гранта Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества, предоставленного Фондом президентских грантов. Программа предназначена для широкого круга инженеров и специалистов промышленных предприятий, ученых, инженеров-исследователей, преподавателей вузов, специалистов в области административно-управленческой деятельности. В ней слушателям предлагается овладеть рядом профессиональных компетенций в области организационного управления с помощью компьютерного моделирования. Формами проведения обучения являются дистанционные видео лекционные и практические занятия. По каждой теме проводится промежуточный зачет, а по их результатам выставляется итоговая оценка. Слушатели, успешно закончившие обучение получают сертификат, подтверждающий прохождение 16 часового курса повышения квалификации по нашей программе.

**Ключевые слова:** дистанционное образование, повышение квалификации, организационное управление, компьютерное моделирование, компьютерные симуляторы.

Продолжение. Начало работы опубликовано под тем же названием в предыдущем выпуске журнала [«Инженерный вестник Дона» № 3, 2018 г.](#)

Третий видео урок по своей значимости является, пожалуй, основным в данной ППК. В нем показан полный цикл построения имитационной модели организационно-производственного процесса для конкретного IT-проекта.

Такая модель достаточно подробная и позволяет учесть различные значения всех важных параметров в реальном времени и прогнозировать различные варианты развития событий.

Имитационные модели обладают большим количеством преимуществ. Основное, которое учитывалось при выборе данного метода моделирования – повторяемость. Это означает, что построив единожды модель, можно менять входящие параметры и благодаря современным программам моделирования и визуализации модели – получать результат незамедлительно посредством графического интерфейса.

Скриншот уже разработанной в пакете AnyLogic модели показан на рис. 2.

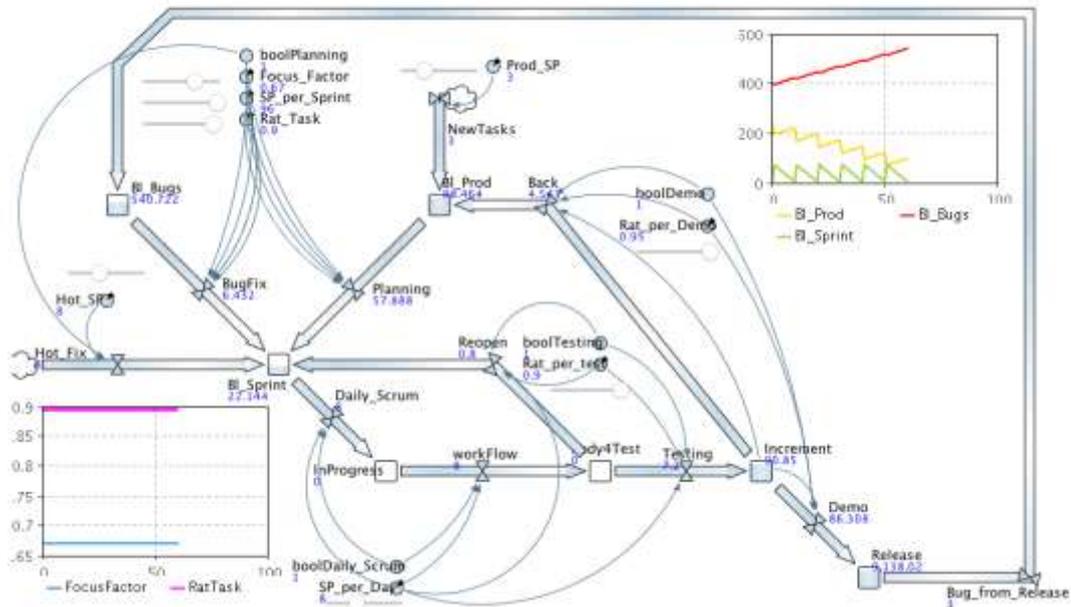


Рис. 2. Модель процесса разработки IT-продукта.

Как мы уже упоминали, эта программа объектно-ориентирована. На мониторе компьютера модель изображается в виде схемы (как в статическом, так и динамическом режимах). Используемые при этом обозначения приведены на рис. 3. Модель разрабатывалась в рамках системной динамики, она имитирует движения (потoki) проектных задач от одного этапа к другому. В модели это выглядит как от накопителя к накопителю.



Накопители в данном случае моделируют наборы задач определенного типа и степени готовности. В соответствии с используемой в проекте технологией управления они называются бэклогами.



Рис. 3. Обозначения, применяемые в схеме модели.

Полный перечень накопителей используемых в модели:

- B1\_Bugs – бэклог с задачами типа: ошибки;
- B1\_Prod – бэклог с продуктовыми задачами;
- B1\_Sprint – бэклог спринта;
- InProgress – те задачи, которые сейчас находятся в разработке;
- Ready4Test – задачи, которые сделаны и пригодны для тестирования;
- Increment – задачи, которые протестированы и ждут резолюцию владельца продукта;
- Release – полностью весь проект, в него входят все когда либо созданные задачи и соединенные в общую версию продукта.

Здесь у нас появился новый термин «спринт». Он заимствован из используемой в проекте Scram технологии управления. Эта методология носит итерационный и инкрементный характер. За каждую итерацию доводится до готового (инкрементного) состояния небольшая часть проектных задач (см. рис. 2). Такая итерация называется в методологии



спринтом. Для данной модели в каждый текущий спринт входят накопители «Bl\_Sprint», «InProgress», «InProgress» и потоки между ними.

Как накопители, так и потоки характеризуются переменными, скорость потоков регулируется параметрами и связями. Список всех параметров и их значения приведены ниже.

- Focus\_Factor – фокус-фактор команды (отношение суммарной трудоемкости задач, выполненных за спринт к трудоемкости последнего), является статистической величиной;
- SP\_per\_Sprint – трудоемкость одного спринта, является расчетной величиной;
- Rat\_task – отношение продуктивных задач к задачам исправления ошибок, является регулируемой величиной;
- Hot\_SP – количество задач, которые считаются срочными и добавляются в спринт в обход планирования, является статистической величиной;
- SP\_per\_day – трудоемкость одного дня, является расчетной величиной;
- Rat\_per\_test – отношение протестированных задач к задачам, которые не прошли тестирование, является статистической величиной;
- Rat\_per\_Demo – отношение задач прошедших к задачам, которые не прошли демонстрацию, является статистической величиной.

Эти параметры могут быть величиной одного из трех типов. Статистической – значения взяты из статистики, собранной за год работы реальной команды. Расчетной – значения могут меняться в разных спринтах, зависят от того, какой по продолжительности будет спринт. Регулируемой – величина полностью зависящая от решения менеджмента.

Третий видео урок по своему формату отличается от двух предыдущих. Там слушателям в основном демонстрировались слайды с комментариями.



Здесь же после показа вышеприведенной схемы уже разработанной модели и ее описания, предлагается проследить за созданием в реальном времени с сопроводительными комментариями имитационной модели процесса разработки IT-продукта. Такой формат отразить в журнальной статье трудно, и мы этого делать не будем. Тем более что краткое описание третьей темы нашей программы мы уже привели. Укажем только, что более подробно процесс разработки этой модели показан в [7].

В заключительном четвертом видео уроке демонстрируется использование моделей для выявления и предотвращения рисков, возникающих при разработке IT-продуктов. В вышеописанной имитационной модели значимыми элементами графического интерфейса являются два графика, расположенные в рабочем поле (см. рис. 2). Основной график находится в правом верхнем углу и показывает значения бэклога продукта, бэклога багов (ошибок), и бэклога спринта. По горизонтальной оси выводятся дни с начала прогона модели, по вертикальной оси суммарная трудоемкость задач, находящихся в данном накопителе. Отметим, что трудоемкость не обязательно измеряется в человеко/днях (ч/д). Для этих целей в управленческих методологиях используются и другие единицы. К примеру, в исследуемом IT-проекте трудоемкость выражается в условных единицах, называемых «сторипointами» (sp), при этом  $1 \text{ ч/д} = 3 \text{ sp}$ .

Данные накопители являются основными мерилami устойчивости процесса. На рис.4 показано их поведение за сто дней. Модель находилась в состоянии, когда были выставлены действительные параметры реальной коммерческой фирмы на основе статистики собранной за один год.

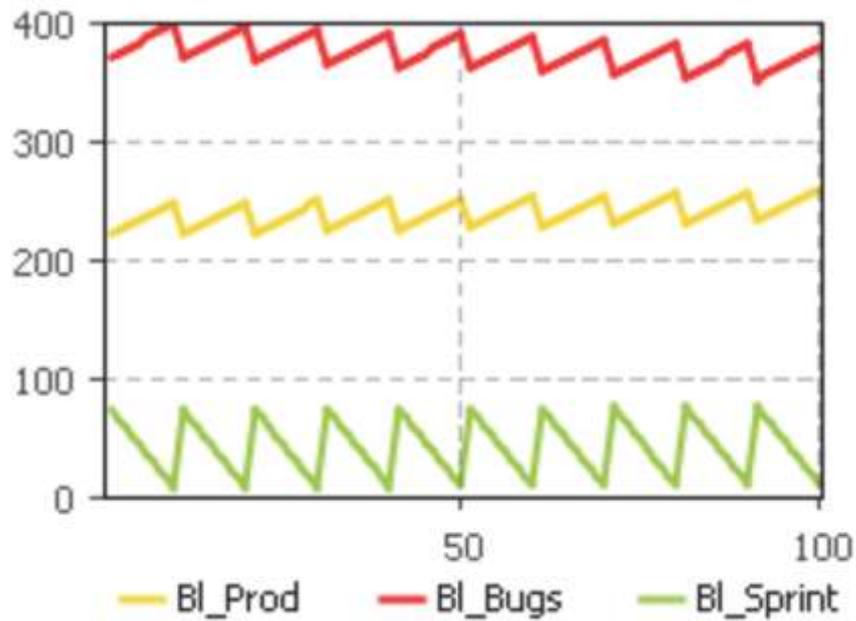


Рис. 4. Динамика изменений параметров бэклогов спринта, продукта и багов для нормального режима работы.

В стабильном режиме работы эти три величины совершают зигзагообразные колебания около примерно постоянного среднего значения. Для бэклога спринта такое поведение объясняется тем, что спринт наполняется за один день, а работы выполняются в течении десяти дней постепенно, за тем следует повторное наполнение. То, что линия находится вдоль нулевой оси, объясняется хорошо продуманным планированием, задач в спринт берется ровно столько, сколько команда может выполнить.

Бэклог спринта пополняется за счет продуктовых задач и багов (ошибок), что приводит к резкому спаду соответствующих линий. Медленное их увеличение связано с разными причинами. Ростом количества задач, планируемых к выполнению в проекте и появлением новых ошибок. Постоянство средних значений для параметров этих бэклогов также говорит о хорошей спланированности работы как команды, так и продуктолога. Команда берет правильное соотношение новых задач и багов, а продуктолог правильно учитывает это соотношение и производительность команды.



Отклонение этих трех линий от вышеописанного поведения сигнализирует о том, что намечается сбой в работе. Численный анализ таких отклонений позволил выявить следующие типичные риски:

- Риск перегруженности или простоя в работе команды;
- Риск отсутствия продуктивных задач;
- Риск дестабилизации рабочей версии продукта;
- Риск неправильно сформулированных задач;
- Риск невыполнения долгосрочного плана.

В видео уроке показаны характерные графики заполнения бэклогов спринта, продуктивных задач, и багов, позволяющие опознать эти риски. Обсуждаются причины их формирования и методы минимизации. Все это представляет собой разработанную на базе имитационной модели методику выбора оптимального долгосрочного сценария (по критерию минимизации рисков).

При этом многие элементы модели принимаются “как есть”. К примеру, такие как оценка производительности, состав и квалификация команды, оценка трудоемкости задач. Однако могут возникнуть ошибки либо сбои именно в этих элементах. Такие риски возникают на нижележащих уровнях иерархии процесса разработки продукта, и вышеприведенная имитационная модель лишь показывает зависимость, но не позволяет их выявить. По времени проявления эти риски более краткосрочные. В видео уроке рассмотрены вопросы минимизации некоторых из них:

1. Кадровых рисков (Прием на работу и мониторинг в процессе выполнения работы).
2. Рисков неправильного расчета трудоемкости задач при планировании итерации.
3. Рисков неадекватного планирования итераций.

На первом примере разбирается не динамическое, а статическое моделирование. Проблемы выбора, когда у нас есть многокритериальная

---



управленческая задача и несколько сценариев ее решения. И на основании результатов экспертного опроса необходимо выбрать оптимальный вариант. Для этих целей часто используется метод анализа иерархий (МАИ). В нем используются несколько важных принципов. На первом этапе проводится декомпозиция, в ходе которой сложная проблема структурируется в иерархию групп, подгрупп, под-подгрупп и так далее. Принцип сравнительных суждений дает возможность экспертам выполнить парные сравнения всех комбинаций элементов в каждой подгруппе относительно ее цели. Для каждого из возможных сценариев также проводятся парные сравнения критериев нижележащего уровня, уже относительно самого сценария. Парные сравнения используются для получения «локального» приоритета (или относительного веса) каждого из элементов относительно цели данного уровня. В ходе дальнейшей иерархической композиции эти относительные веса мультиплицируются в один «глобальный» приоритет целевого элемента, вычисляя, таким образом, глобальные приоритеты на всех уровнях иерархии. Выбор сценария осуществляется по их глобальным приоритетам. На рис. 5 показана общая схема МАИ. Здесь опущены промежуточные уровни, приведены только самые верхний и нижний критерии, а также сценарии.

На базе МАИ была разработана экспериментальная модель по оценке степени пригодности кандидата, используемая при формировании команд разработчиков. При этом были созданы три уровня - глобальная цель, факторы, ресурсы. В МАИ первый уровень всегда содержит один общий критерий. В данном случае - это общая степень пригодности кандидата. На втором уровне располагаются факторы влияющие на общую степень пригодности - Техника и Увлеченность. Третий уровень представлен составными ресурсами факторов, каждого по отдельности. Для расчетов

использовалась в основном технология основоположника МАИ Томаса Саати, адаптированная и оптимизированная под нашу модель [8].

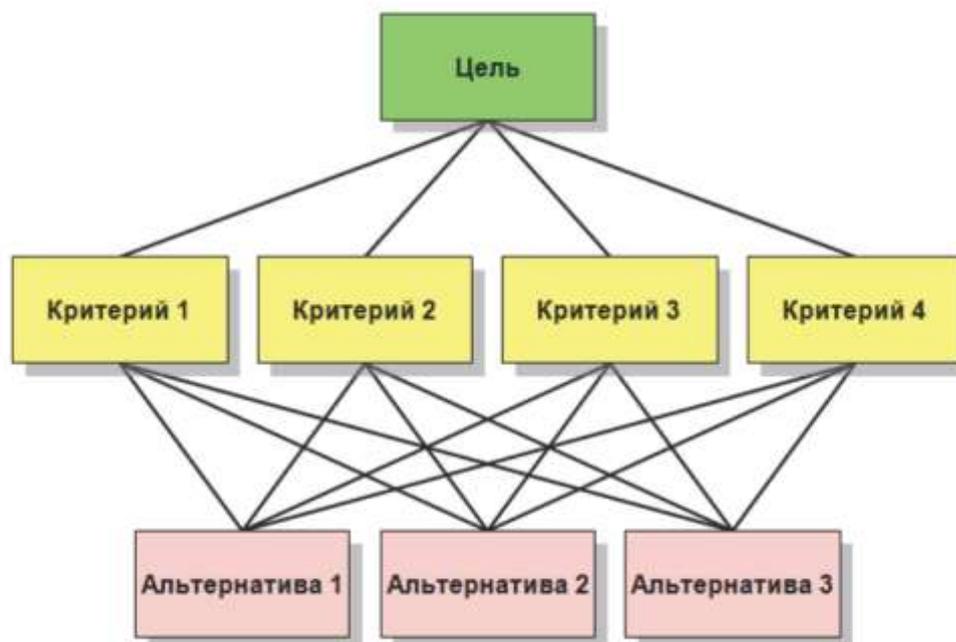


Рис. 5. Упрощенная схема МАИ.

В качестве экспертов выступали работники проекта, ответственные за кадровый персонал и социальный аналитик (Scram мастер). Роль сценариев играли здесь кандидаты, вернее их деловые и социальные характеристики. При приеме на работу локальные веса их качеств определялись по резюме и результатам тестовых испытаний и собеседований. Во время текущего мониторинга – по результатам предыдущей работы.

В видео уроке детально поясняются все этапы используемой методики, от начальной декомпозиции проблемы до выявления глобальных приоритетов для всех кандидатов. Следует отметить, что в настоящий момент для реализации МАИ разработано несколько программных обеспечений. К примеру, довольно известная программа для экспертной оценки Expert Choice фирмы Decision Support Software [9]. Наш видео урок в этой части построен так, что по нему, инструкции и примерам к Expert Choice



пользователь из IT сферы вполне освоит эту программу, и сможет использовать ее для своих целей.

Другое дело, что она является платной и специально покупать программу для выполнения исследований по МАИ наверное вряд ли целесообразно. Сама методика не является суперсложной, и не требует больших вычислений. В нашей недавней работе [8] мы адаптировали и оптимизировали МАИ таким образом, что все вычисления могут быть проведены на самых простых программах, типа Excell. Из обсуждаемого видео урока и нашей работы [8] понятно, как это сделать.

Кроме вышеприведенных кадровых рисков, в программе рассмотрены еще одни возможные сбои краткосрочного характера - риски неправильного расчета трудоемкости задач при планировании итерации. После завершения текущего спринта, каждый новый начинается отбором задач. Он осуществляется на основе приоритета задачи (определяет продуктолог) и ее трудоемкости. Все задачи в проектах не стандартные и априори задать их трудоемкость нельзя. Обычно она определяется командой разработчиков на основе их опыта. В принципе для согласования мнений членов команды можно использовать вышеописанный МАИ. Он часто применяется для согласования суждений экспертов. Однако в программе рассмотрены другие методы минимизации таких рисков. Они основаны на нечетком лингвистическом подходе, и более просты в реализации. Это методы «Покер планирование» и «Оценочная сетка», для своего применения специального программного обеспечения они не требуют.

Мы рассмотрели один ключевой фактор планирования спринта – расчет трудоемкости задач. Второй ключевой фактор, в котором также могут возникать ошибки, это прогнозирование уровня сфокусированности команды на выполнении поставленных задач, так называемый фокус-фактор. Он представляет собой отношение производительности к трудоемкости.

---



На первом шаге этапа планирования рассчитывается теоретическая трудоемкость спринта исходя из планируемой загрузки членов команды и продолжительности спринта. Обычно трудоемкость считается не в человеко/днях, а в других единицах (сторипоинты, попугаи и т.д.), для этого полученные человеко/дни нужно умножить на соответствующий коэффициент. Далее по результатам предыдущих спринтов прогнозируется теоретический фокус-фактор, в тех же единицах, что и трудоемкость. На следующем шаге по полученному прогнозному фокус-фактору и теоретической оценке трудоемкости рассчитывается теоретическая производительность на будущий спринт, как произведение этих двух величин. Планирование заканчивается, как мы уже писали, отбором из всех поставленных задач наиболее приоритетных, с учетом полученной производительности. Наиболее слабым элементом в такой методике является прогнозирование фокус-фактора.

Следует отметить, что планирование задает темп работы на спринт. Объем планируемых работ должен быть реально выполним, но при этом близок к верхней границе возможностей команды. Только тогда планирование стимулирует высокую производительность. Неправильный прогноз фокус-фактора резко снижает это влияние и расхолаживает коллектив.

С целью минимизации таких рисков нами были проведены численные эксперименты по выявлению оптимальных методов прогноза этого показателя [10]. В их основу положены производственные данные одной из проектных групп реальной коммерческой фирмы в сфере IT. Было рассмотрено порядка десяти различных математических методов прогноза. Наилучшие результаты показали методы прогноза типа «вчерашняя погода». Планирование по скользящим среднеарифметическому, либо среднегеометрическому от реальных фокус-факторов за предыдущие 4-5

---



итераций. Среднеквадратичная относительная ошибка для них оказалась порядка 5%. Такой же результат показал метод прогноза по скользящему среднегеометрическому за предыдущих 1-2 периода от произведения ранее спрогнозированного фокус-фактора на фактически полученный [10].

Следует отметить, что оценка будущего фокус-фактора командой конечно не происходила наугад. В данном случае использовался интуитивный групповой коллективный прогноз. На основе предыдущего опыта у команды уже были выработаны приблизительные правила выбора прогнозного уровня, просто эти правила не были формализованы, и использовались подсознательно. Нам удалось выявить 4 таких правила [11]:

1. Если на настоящий момент фактический уровень выше ранее планируемого, то на следующий этап прогнозное значение надо повышать.

2. Если же на настоящий момент фактический уровень ниже ранее планируемого, то на следующий этап прогнозное значение надо понижать.

3. Если отклонение реального уровня вниз достаточно велико, то, не смотря на правила 1 и 2 следует выбирать повышение прогнозного уровня.

4. Если отклонение реального уровня вверх достаточно велико, то, не смотря на правила 1 и 2 следует выбирать понижение прогнозного уровня.

На их базе, в рамках нечеткого анализа была построена лингвистическая эвристическая модель прогноза фокус-фактора, которая характеризовалась ошибкой, 3%. Еще меньшую погрешность в 1,5% обеспечила комбинация двух моделей, лингвистической и вышеупомянутой по скользящему среднегеометрическому за 1-2 периода [11].

Данный курс был посвящен использованию информационных технологий в инженерной и административно - управленческой деятельности на примере сферы IT-проектов. В заключении статьи подытожим достигнутые результаты. Критический анализ и систематизация рисков, проведенная по литературным источникам, показали, что гибкие

---



методологии разработки, в частности фреймворк Scrum, хорошо подходят для управления рисками, благодаря постоянным обратным связям. Но эта методика характеризуется реактивным подходом в управлении рисками, в то время как по литературным данным оптимальным подходом к минимизации рисков является проактивное управление. Кроме того, для выявления многих рисков требуется принять во внимание большое количество параметров.

С этим хорошо справляются имитационные модели. Они обладают большим количеством преимуществ. Одно из них – повторяемость. Это означает, что построив единоразово модель, можно менять входящие параметры и благодаря современным программам моделирования и визуализации – получать результат незамедлительно посредством графического интерфейса.

Имитационная модель рассчитана на выявление (прогнозирование) долгосрочных рисков и отработку методики их минимизации. В нашей модели решающим фактором, который указывает на риск, – является график, из которого можно извлечь информацию только по прошествии нескольких спринтов.

Численные эксперименты в рамках имитационной модели, выявили следующие типичные риски:

- Риск перегруженности или простоя в работе команды;
- Риск отсутствия продуктовых задач;
- Риск дестабилизации рабочей версии продукта;
- Риск неправильно сформулированных задач;
- Риск невыполнения долгосрочного плана.

На базе результатов численных экспериментов разработана методика выбора оптимального долгосрочного сценария (по критерию минимизации рисков).

Используя имитационную модель мы рассмотрели долгосрочные риски. При этом, многие элементы модели мы принимаем “как есть”. К

---



примеру, такие как оценка производительности, состав и квалификация команды, оценка трудоемкости задач. Однако могут возникнуть ошибки либо сбои именно в этих элементах. Такие риски возникают на нижележащих уровнях иерархии процесса разработки продукта, и вышеприведенная имитационная модель не позволяет их выявить. По времени проявления эти риски более краткосрочные, и нами рассмотрен подход к управлению некоторыми из них.

На базе критического исследования метода анализа иерархий предложен более адекватный вариант этой технологии. На основе чего разработана модель, позволяющая минимизировать кадровые риски, как при формировании команды, так и в процессе работы над проектом. По проведенным численным экспериментам (на базе реальных данных по работе команды в коммерческой фирме) отобраны варианты краткосрочного планирования производительности команды на одну итерацию и разработана для этих целей лингвистическая модель. Все разработанные модели минимизации краткосрочных рисков не связаны со специальным программным обеспечением, и были реализованы нами в Excel. Хотя как сами расчеты, так и стоящие за ними идеи были отнюдь не тривиальны. Они требуют хорошей подготовки в области моделирования и обработки информации. Конечно, в рамках 16-ти часовой программы дополнительного образования таким вещам обучить трудно, но привлечь внимание необходимо. К возможностям минимоделирования подручными средствами. Особенно это относится к лингвистическим моделям, построенным нами в рамках нечеткого анализа. На наш взгляд таким технологиям уделяют недостаточно внимания, хотя, как мы показали на конкретном примере, они достаточно просты и дают хорошие результаты.



## Литература

1. Сазерленд Д. Scrum. Революционный метод управления проектами. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 288 с.
  2. Пихлер Р. Управление продуктом в Scrum. Agile-методы для вашего бизнеса. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2017. 240 с.
  3. Carr M.J. et al. Taxonomy-based risk identification. Technical Report, CMU/SEI-93-TR-6. Pittsburgh: Jun, 1993. 24p.
  4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. М.: Высш. шк., 2001. 343 с.
  5. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. 496 с.
  6. Карпов, Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Ведение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 400 с.
  7. Мощенко И.Н., Пирогов Е.В. Прогноз и минимизация организационных и производственных рисков в IT-проектах. «Розмыслы». 2018 г. 103 с. URL: [rozmisly.ru/monographies/6](http://rozmisly.ru/monographies/6).
  8. Мощенко И.Н., Пирогов Е.В. К выбору оценочной шкалы в методе анализа иерархий. Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4725](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4725).
  9. EXPERT CHOICE SOLUTIONS - HOW OUR DECISION PROCESS WORKS URL: [expertchoice.com/our-decision-making-methodology/](http://expertchoice.com/our-decision-making-methodology/).
  10. Мощенко И.Н., Пирогов Е.В. Прогнозирование краткосрочной производительности в IT-проектах. Инженерный вестник Дона, 2018, №1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4916](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4916).
  11. Мощенко И.Н., Пирогов Е.В., Бугаян И.Ф. Лингвистическая модель эвристического планирования в IT-проектах. Инженерный вестник Дона, 2018, №1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4922](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4922).
-



## References

1. Sazerlend D. Scrum. Revolyucionny`j metod upravleniya proektami [Scrum. A revolutionary method of project management]. M.: Mann, Ivanov i Ferber, 2016. 288 p.
  2. Pixler R. Upravlenie produktom v Scrum. Agile-metody` dlya vashego biznesa [Product management in Scrum. Agile methods for your business]. M. : Mann, Ivanov i Ferber, 2017. 240 p.
  3. Carr M.J. et al. Taxonomy-based risk identification. Technical Report, CMU/SEI-93-TR-6. Pittsburgh: Jun, 1993. 24 p.
  4. Sovetov B.Ya., Yakovlev S.A. Modelirovanie sistem [System modeling]. M.: Vy`ssh.shk., 2001. 343 p.
  5. Katalevskij D.Yu. Osnovy` imitacionnogo modelirovaniya i sistemnogo analiza v upravlenii [The Fundamentals of simulation and systems analysis in management]. M.: Izdatel`skij dom «Delo» RANXiGS, 2015. 496 p.
  6. Karpov, Yu.G. Imitacionnoe modelirovanie sistem. Vedenie v modelirovanie s AnyLogic 5 [Simulation modeling of systems. Introduction to modeling with AnyLogic 5]. SPb.: BXV-Peterburg, 2006. 400 p.
  7. Moshchenko I.N., Pirogov E.V. Prognoz i minimizaciya organizacionny`x i proizvodstvenny`x riskov v IT-proektax [Forecast and minimization of organizational and production risks in IT projects]. «Rozmy`sly`». 2018 g. 103 p. URL: [rozmisly.ru/monographies/6](http://rozmisly.ru/monographies/6).
  8. Moshchenko I.N., Pirogov E.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4725](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4725).
  9. EXPERT CHOICE SOLUTIONS - HOW OUR DECISION PROCESS WORKS URL: [expertchoice.com/our-decision-making-methodology/](http://expertchoice.com/our-decision-making-methodology/).
  10. Moshchenko I.N., Pirogov E.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4916](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4916).
-



11. Moshchenko I.N., Pirogov E.V., Bugayan I.F. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4922](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4922).