

**МОДЕЛЬ И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДИАЛОГОВАЯ
ПРОЦЕДУРА ДЛЯ АНАЛИЗА СИТУАЦИЙ С УЧЕТОМ
ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТ**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия,
saiu@ftk.spbstu.ru

Аннотация. Целью данной статьи является разработка модели автоматизированной диалоговой процедуры для анализа взаимного влияния компонент при их взаимодействии в различных ситуациях.

Ключевые слова: автоматизированная диалоговая процедура, инновационные технологии, методы организации сложных экспертиз, модель.

Andrey S. Anisimov,
Master of Science

**MODEL AND AUTOMATED DIALOGUE PROCEDURE
FOR ANALYSIS OF SITUATIONS TAKING INTO ACCOUNT
MUTUAL INFLUENCE OF COMPONENTS**

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia,
saiu@ftk.spbstu.ru

Abstract. The purpose of this article is to develop a the model and an automated dialogue procedure for analyzing the mutual influence of components during their interaction in various situations

Keywords: automated dialogue procedure, innovative technologies, complicated expertises organizing methods, model.

Введение

Идеологи четвертой промышленной революции прогнозируют усложнение процессов функционирования и управления любыми ситуациями при внедрении инновационных технологий, особенно в результате их взаимодействия, что приводит к возникновению эффекта эмерджентности, т. е. появления непредсказуемых последствий, в числе которых могут быть не только желаемые результаты от внедрения инновационных технологий, но и негативные.

Поэтому поставлена задача разработки модели и автоматизированной диалоговой процедуры для анализа ситуаций с учетом взаимного влияния компонент.

1. Модель для исследования ситуаций с учетом взаимного влияния компонент

При внедрении технических, технологических, организационных нововведений на предприятиях, в научно-исследовательских и других организациях, для реализации крупных дорогостоящих межотраслевых проектов (космос, оборона, фундаментальные научные исследования и т. д.), при исследовании процессов в телекоммуникационных и социальных сетях, при проведении маркетинговых исследований и т. д. повышаются требования к тщательности анализа проблемных ситуаций, выбора проектов и их компонент, инновационных технологий и др. нововведений (НВВ).

В этих случаях целесообразно применять методы организации сложных экспертиз, необходимость разработки и использования которых объясняется недостатками прямых экспертных оценок.

Более объективные оценки позволяют получить методы, основанные на расчленении большой неопределенности, которая обычно возникает при решении приведенных выше проблем, на более обозримые, лучше подающиеся осмыслению и оценке. К таким методам относятся методы, организации сложных экспертиз, основанные на применении методик структуризации целей и информационных оценок степени целесообразности исследуемых компонент (факторов, нововведений и т. н.), основанные на информационном подходе А.А. Денисова [3]. Эти методы позволяют обеспечить более объективный анализ проблем с неопределенностью, в том числе при управлении нововведениями в процессе их внедрения, при информационном анализе ситуаций с учетом взаимного влияния оцениваемых компонент.

Методы и модели этой группы базируются на использовании методов структуризации и информационного подхода к анализу систем [1, 4]. Структуризация помогает расчленить большую неопределенность на более обозримые, что способствует повышению объективности и достоверности анализа, а информационный подход позволяет оценивать последовательно степень целесообразности анализируемых составляющих, т. е. влияние составляющих нижележащих уровней стратифицированной модели на вышестоящий.

Разработаны 3 вида методов этой группы [2, 4 и др.]:

1) методы оценки степени целесообразности и вероятности реализации создаваемых систем или их компонент на оценке степени влияния компонент на реализацию целей:

$$H_i = -q_i \log(1 - p_i'), \quad (1)$$

где p_i' – вероятность достижения цели при использовании нововведения; q_i – вероятность использования конкретной компоненты при реали-

зации, достижении соответствующей подцели. Здесь привычная шенноновская вероятность недостижения цели (энтропия) p заменяется на сопряженную $(1 - p_i')$.

2) методы сравнительного анализа компонент в течение определенного начального периода их проектирования (внедрения, развития) путем сопоставления изменения информационных оценок во времени; применяются для сравнительного анализа разнородных компонент (например, новых технологий), позволяя принимать решения о целесообразности продолжения их внедрения, разработки, дальнейшего инвестирования и т. п.;

3) методы оценки ситуаций, описываемых информационными уравнениями в статике и динамике; применяются при проведении маркетинговых исследований, анализе ситуаций с учетом взаимного влияния компонент. Такая оценка удобна, например, для любой рыночной ситуации покупки-продажи. Но особенно она важна при внедрении инновационных технологий и др. нововведений.

Для рассматриваемой задачи исходно можно применить первый из названных методов и оценить значимость инновационных технологий или других нововведений $H_1, H_2, H_3, \dots, H_i$.

Для того, чтобы учесть влияние этих НВВ друг на друга ситуацию можно отобразить следующей информационной моделью:

$$\begin{aligned} H_1 &= f(H_{11}, H_{12}, H_{13}, \dots), \\ H_2 &= f(H_{21}, H_{22}, H_{23}, \dots), \\ H_3 &= f(H_{31}, H_{32}, H_{33}, \dots). \end{aligned} \quad (2)$$

Совокупность зависимостей (1), отражающая взаимосвязь и взаимозависимость всех элементов информационной модели, для данного приложения может быть интерпретирована следующим образом:

$H_1, H_2, H_3, \dots, H_i$ – значимость (сущность) 1-го, 2-го, 3-го и т. д. нововведения (в пространстве их возможного взаимодействия), т. е. значимости этих нововведений для исследуемой ситуации;

$H_{11}, H_{22}, H_{33}, \dots, H_{ii}$ – собственная значимость 1-го, 2-го, 3-го, ..., i -го нововведения без учета взаимного влияния других НВВ;

$H_{12}, H_{13}, \dots, H_{21}, H_{23}, \dots, H_{31}, H_{32}, \dots, H_{ij}$ – изменения значимости i -го НВВ при влиянии на него j -го НВВ, которые могут иметь отрицательное (конкуренция) и положительное значение (например, увеличение производства и продажи автомобилей повышает спрос на запчасти к ним); прогнозируется, что взаимное влияние инновационных технологий может также приводить не только к желаемым положительным результатам, но и оказывать и отрицательные воздействия на ситуацию).

В зависимости от конкретных компонентов и ситуаций взаимоотношения между H_{ii} и H_{ij} могут быть отображены логическими отношениями дизъюнкции или конъюнкции (\vee , \wedge) или теоретико-множественными отношениями объединения и пересечения (\cup и \cap).

Введя некоторое допущение, можно заменить соотношения (2) линейными уравнениями, в которых изменения нужно подставлять с соответствующими положительными или отрицательными знаками:

$$\begin{aligned} H_1 &= H_{11} + H_{12} + H_{13} + \dots, \\ H_2 &= H_{21} + H_{22} + H_{23} + \dots, \\ H_3 &= H_{31} + H_{32} + H_{33} + \dots \end{aligned} \quad (3)$$

Понятно, что не все НВВ влияют друг на друга, и H_{ij} могут быть равны нулю.

Соотношения (2) и (3) можно использовать как средство опроса экспертов.

Но можно предложить и более развернутую информационную модель для описания рыночной ситуации.

Значимость НВВ можно измерить детерминировано и с использованием вероятностных оценок. При детерминированном способе можно принимать разные усреднения [1, 4]. Выбрав простейшее из них, основанное на законе формальной логики ($\lambda = 1$), имеем

$$H_1 = J_1 / n_i, \quad (4)$$

тогда

$$\begin{aligned} H_1 &= J_1 / n_{11} + J_2 / n_{12} + J_3 / n_{13} + \dots, \\ H_2 &= J_1 / n_{21} + J_2 / n_{22} + J_3 / n_{23} + \dots, \\ H_3 &= J_1 / n_{31} + J_2 / n_{32} + J_3 / n_{33} + \dots, \end{aligned} \quad (5)$$

где $J_1, J_2, J_3, \dots, J_i, \dots$ – информации об объеме нововведения i -го вида, измеряемые в относительных единицах с учетом минимально интересующего ЛПР объема A_i , т. е. $J = A_i / \Delta A_i$ (это необходимо для совмещения в одной модели нововведений различного вида, измеряемых в различных единицах и с разной точностью; ΔA_i определяет единицу измерения и выбирается ЛПР);

n_{ii} – емкость пространства нововведений соответствующего вида;

n_{ij} – емкость пространства для инноваций i -го вида при наличии нововведений j -го вида.

Умножив все составляющие в записи (5) на соответствующие им J_i , получим модель, более полно характеризующую исследуемую ситуацию в статике:

$$\begin{aligned}
C_1 &= \frac{J_1^2}{n_{11}} + \frac{J_1 J_2}{n_{12}} + \frac{J_1 J_3}{n_{13}} + \dots, \\
C_2 &= \frac{J_1 J_2}{n_{21}} + \frac{J_2^2}{n_{22}} + \frac{J_2 J_3}{n_{23}} + \dots, \\
C_3 &= \frac{J_1 J_3}{n_{31}} + \frac{J_2 J_3}{n_{32}} + \frac{J_3^2}{n_{33}} + \dots,
\end{aligned}
\tag{6}$$

На основе (5) и (6) также можно поставить оптимизационные задачи относительно разных инноваций и использовать полученные результаты при принятии решений о целесообразности их использования.

Можно учесть кинематику и динамику процесса внедрения инноваций [1, 3, 4].

Результаты (в том числе и при постановке на основе информационных моделей оптимизационных задач), получаются в относительных единицах или в битах (при статистическом измерении H); можно использовать и другую логарифмическую шкалу – десятичные или восьмеричные логарифмы (в последнем случае информация и H будут измеряться в байтах). Поэтому результаты можно использовать только для сопоставительного анализа.

2. Автоматизированная диалоговая процедура

Процедура разрабатывается в рамках открытой лицензии GPL, и соответственно предоставляет последующим пользователям права на:

- свободу запуска программы с любой целью;
- свободу изучения того, как программа работает, и её модификации (предварительным условием для этого является доступ к исходному коду);
- свободу распространения копий как исходного, так и исполняемого кода;
- свободу улучшения программы и выпуска улучшений в публичный доступ (предварительным условием для этого является доступ к исходному коду).

Алгоритм, описывающий работу процедуры от запуска до завершения, приведен на рисунке 1.

Учтены расчёты, определение числа компонент, сохранение результатов, пошаговый ввод данных, отображение промежуточных результатов. Данные пункты выполняют требования FUN-01 – FUN-05, а также USA-01.

В качестве основного языка разработки был выбран язык Python версии 3.6 [5]. Являясь одним из самых популярных языков на данный момент, за счет простоты и большого количества как встроенных, так и сторонних модулей расширений, он позволяет быстро писать полноценные приложения.

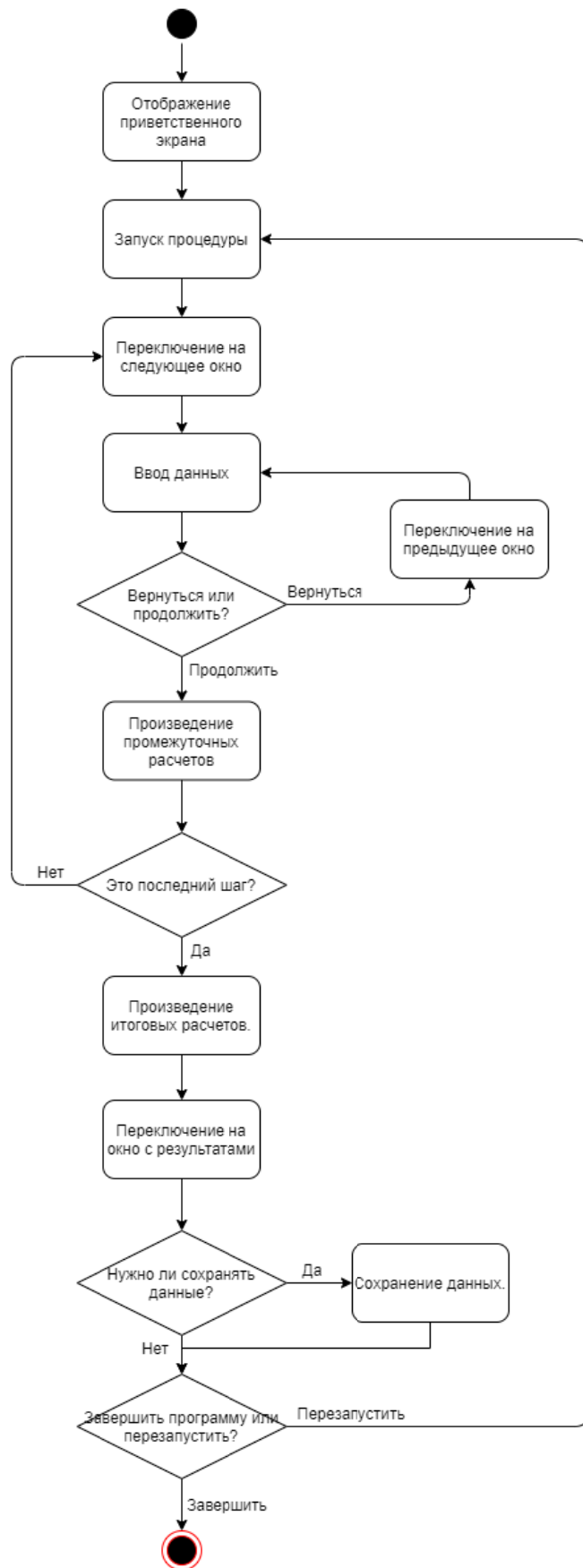


Рис. 1. Общий алгоритм работы процедуры

Большим преимуществом данного языка является поддержка всех современных операционных систем, что позволяет нам выполнить требование SUP-02. Являясь объектно-ориентированным языком, Python позволяет разным частям системы использовать функции других частей, тем самым позволяя уменьшить число повторного написания одинакового кода, а также упростить его поддержку. В качестве примера можно привести код класса CrossPage, отвечающего за шаги вычисления взаимного влияния компонент, чье число неизвестно до ввода данных пользователя.

Наиболее популярными фреймворками и библиотеками для разработки интерфейсов программ, написанных на языке Python, являются Tkinter и PyQt. Tkinter – это модуль, написанный на языке программирования Tcl. Основным ее преимуществом является то, что она входит в набор стандартных библиотек Python. В свою очередь PyQt является расширением полноценного графического фреймворка Qt, включающего в себя программу-дизайнер графического интерфейса пользователя Qt Designer. Данная программа стала основной причиной выбора PyQt. Qt Designer предоставляет возможность быстро и удобно прототипировать графический интерфейс без использования кода, позволяя дизайнерам разрабатывать интерфейс без временных затрат на изучение программирования.

В случае с нашей процедурой нужно было разработать два окна. Первое окно – стартовая страница (рис. 2).

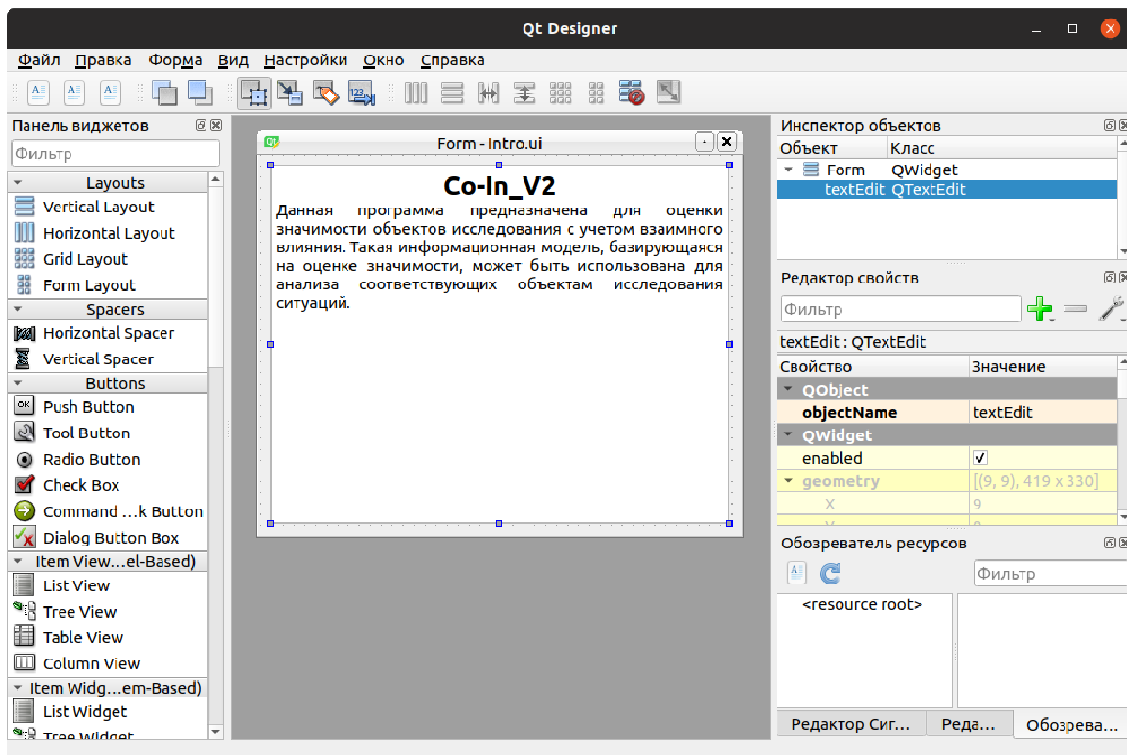


Рис. 2. Стартовая страница

На данный момент она и представляет из себя простое описание программы, что можно было сделать и без прототипа, но в дальнейшем подразумевается добавление новых функций, меню, логотипов, дизайн которых будет на много проще создать с помощью Qt Designer.

Второе окно – заготовка для пошагового ввода данных, состоящих из двух виджетов QGroupBox, размещенных внутри горизонтальной группировки (рис. 3).

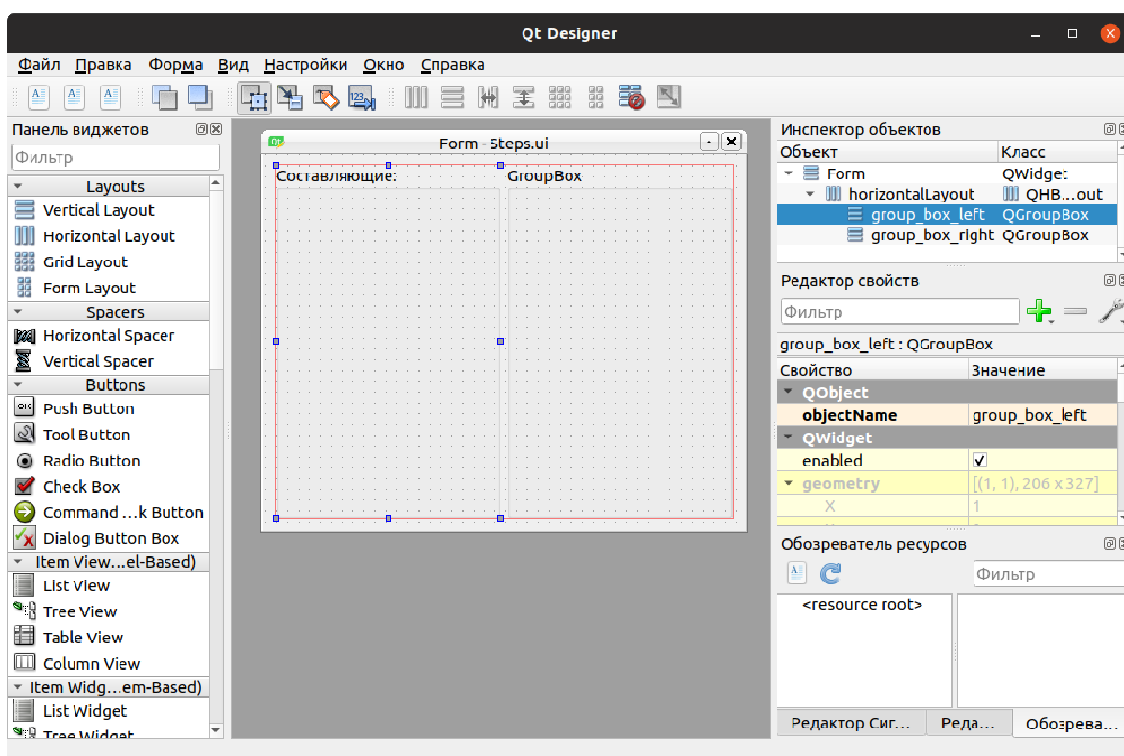


Рис. 3. Создание макета страницы для ввода данных

Заключение

Предлагаемая автоматизированная процедура может быть использована для анализа различных ситуаций. В том числе и ситуаций в телекоммуникационных сетях и сети Интернет.

Список литературы

1. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: Учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2010. 679 с.
2. Волкова В.Н., Денисов А.А. Методы организации сложных экспертиз: Учеб. пособие. Изд. 4-е, перераб. и доп. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 128 с.
3. Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Учебник. 3-е изд. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 304 с.
4. Моделирование систем и процессов. Практикум: Учеб. пособие для академического бакалавриата / Под ред. В.Н. Волковой. М.: Изд-во Юрайт, 2016. 295 с.
5. Прохоренок Н.А., Дронов В.А. Python 3 и PyQt 5. Разработка приложений. СПб.: БХВ-Петербург, 2016. 832 с.