

УДК 66:681.3(075.8)

**В. Л. Колесников**

Белорусский государственный технологический университет

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ,  
ОСНОВАННАЯ НА ВИРТУАЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ  
С МУЛЬТИМЕДИЙНЫМ СОПРОВОЖДЕНИЕМ**

В данной статье описан опыт использования в учебном процессе разработанной системной математической модели бумажно-полиграфического производственного комплекса, позволяющей заменить реальное промышленное предприятие для организации сбора и интеллектуального анализа данных для оперативного управления в условиях неопределенности и риска. Разработано интерактивное аудио- и видеосопровождение компьютерного программного средства.

**Ключевые слова:** виртуальный производственный комплекс, проблемное обучение, организация сбора информации, система аттестации знаний, системный анализ данных.

**V. L. Kolesnikov**

Belarusian State Technological University

**EDUCATIONAL TECHNOLOGY, BASED ON A VIRTUAL PRODUCTION COMPLEX  
WITH A MULTIMEDIA SUPPORT**

This article describes the application experience of a developed mathematical model of paper and printing production complex in the educational process, which allows replacing the real industrial company to organize the collection and data mining for operational management in conditions of uncertainty and risk. Interactive audio and video support for computer software are developed.

**Key words:** virtual manufacturing complex, problem-based learning, organization of gathering information, the system of certification of knowledge, a systematic analysis of data.

**Введение.** Еще совсем недавно нельзя было даже представить, что пообщаться с компьютером можно где-то помимо специализированного университетского компьютерного класса и только в отведенное для этого время. Сейчас мощные современные «ноутбуки», «нетбуки» и «блокноты» есть у каждого студента. Техническое обеспечение и условия образовательного процесса принципиально изменились. Поэтому необходимо подвергнуть ревизии традиционные формы и методы образования, особенно в области информационных технологий. Любые программные, графические, аудио- и видеоматериалы студент может проинсталлировать у себя и воспроизвести в любой момент, в любом объеме, в любой последовательности, как угодно многократно.

Значит, учебные материалы надо создавать целевым назначением для самостоятельной работы студента, и главный акцент делать на виртуальное собеседование с ним, комментирование, визуализацию, демонстрацию. Необходимо спокойно, на простом житейском языке рассказать (и показать!) всю структуру проблемы от замысла до воплощения с многочисленными вариантами возможностей и последствий.

Такую цель я ставил, создавая инициативно компьютерное программное средство «Беседы профессора Колесникова по системному анализу и информационным технологиям». Естест-

венно в рамках тех утвержденных учебных программ, которые я обеспечиваю.

Новые принципы обучения должны быть основаны на разнородных точках зрения и позволять осмысливать объект познания не только с общепринятых (как правило, стандартных), но и с самых необычных позиций. На наших занятиях стали обычным явлением оригинальная выдумка, смекалка, дар предвидения, фантазия. Важно то, что такой стиль не только помогает решать задачи, но и позволяет самостоятельно ставить их, подмечая альтернативность на самых начальных этапах их образования.

А И. Кант отмечал, что не мыслям надо учить, а мыслить!

**Основная часть.** Категорически не приемлю «зубрежку». Инженерная деятельность не складывается из цитат.

Более по душе сравнивать процесс подготовки IT-специалистов с обучением шахматной игре. Есть минимум базовых правил; у каждой фигуры есть соответствующая мобильность и атакующий потенциал; есть описание взаимодействия фигур. А дальше – море импровизации! Позиции постоянно меняются, требуют логического анализа. «А что будет, если...», причина – следствие, проблема – решение, событие – действие, нападение – защита. Необходимо выстраивать стратегию и тактику организации победы.

А в наших условиях? Было бы идеально, если шахматной доской служило реально действующее предприятие, входящее в организационный состав университета, управляемое студентами и выпускающее конкретную продукцию. Текущие условия определялись бы конъюнктурой рынка, качеством сырья, состоянием погоды. Ходы – это принятие и реализация решений в виде оптимизации управляющих воздействий. Выигрыш – накопление и распределение прибыли.

По понятным причинам для использования описанной концепции образования выход один – заменить реальное предприятие его системной математической моделью, воспроизводящей все основные условия функционирования прототипа.

В условиях дефицита сырья в Республике Беларусь создается мощный научно-производственный комплекс по обеспечению максимально эффективного использования единственного возобновимого государственного природного лесного ресурса. Отличительной особенностью функционирования производственных комплексов по переработке древесины является нестабильность качества сырья во времени, связанная с его разнородностью, условиями произрастания и хранения. Это требует постоянной подстройки текущих условий производства, которая сейчас в большинстве случаев является

органолептической и базируется на опыте и интуиции персонала. Лабильность качества сырья не позволяет применить классические методы автоматизации, а на первый план выдвигает необходимость создания и эксплуатации специфических компьютерных систем адаптационного ситуационного оперативного управления. Разработка таких систем находится в компетенции специалистов по информационным технологиям. Перечисленным требованиям соответствует производственный комплекс утилизации волокнистых отходов типа макулатуры. В качестве основного вида продукции, изготовленной из утилизируемой макулатуры, предложено выбрать обойную бумагу.

На рис. 1 представлено главное окно программного средства в виде рабочего места технолога виртуального производственного комплекса. Комплекс работает в режиме реального времени и основан на системной математической модели, объединяющей расходные и режимные параметры с качеством готовой продукции, экономикой и экологией.

Окно выполнено в виде мнемонической схемы технологического процесса, на которой размещены активные элементы управления, сведения о текущем состоянии внешнего окружения, качестве выпускаемой продукции, загрязнении окружающей среды, энерготехнологических затратах.

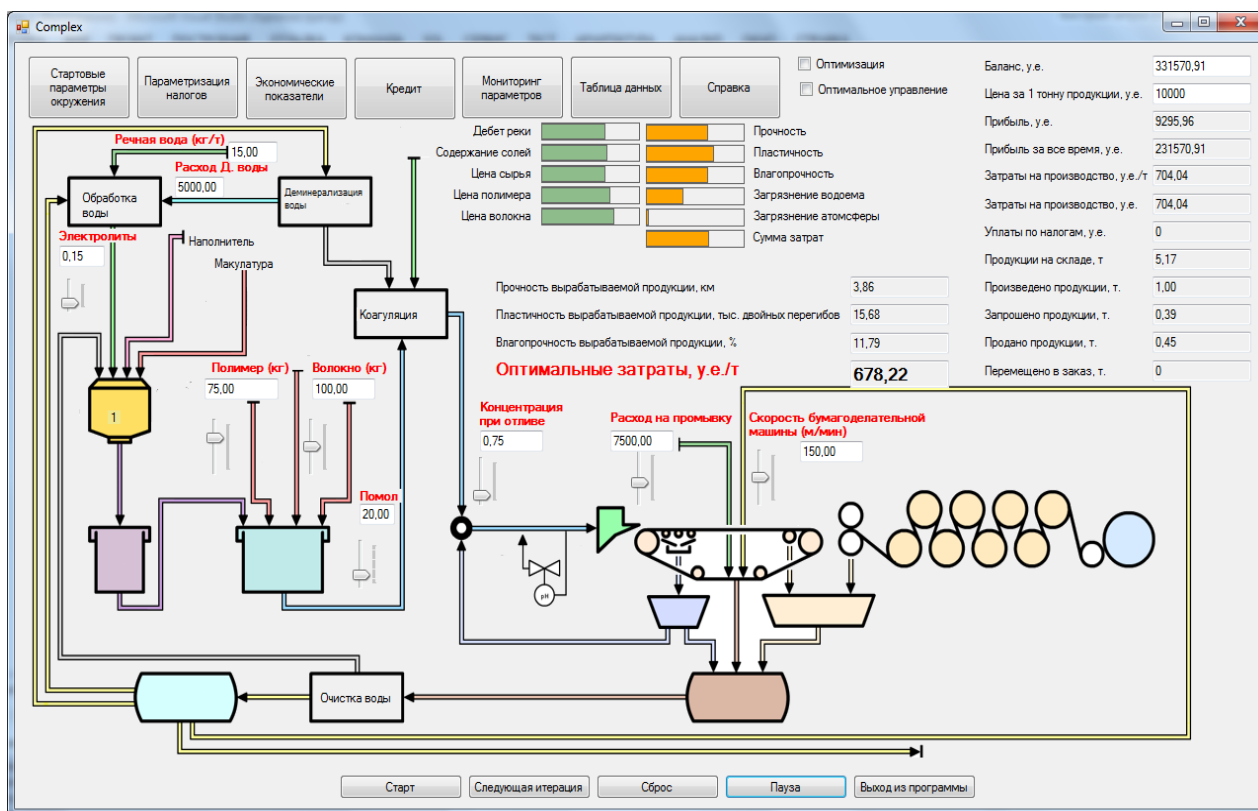


Рис. 1. Рабочее место технолога виртуального производственного комплекса

Я заметил, что современные студенты не стремятся работать с книгой, но во многих из них сохраняется интерес к знаниям. К экрану монитора подавляющее большинство студентов относится с интересом, многие готовы работать с компьютером продолжительное время. Студенческая молодежь знакомится с этим достижением научно-технического прогресса с рождения.

Можно долго и достаточно подробно с трибуны рассказывать о каком-то феномене или явлении в учебном процессе, но нельзя быть уверенным, что у слушателей сформируется правильный образ полученной информации. Если только показать графический объект, но при этом не давать устных комментариев, тогда у студента может возникнуть непонимание. Но стоит совместить два потока информации (слуховой и зрительной), и процесс восприятия значительно активизируется, он становится более точным, максимально приближенным к объективному отражению изучаемого материала.

Для понимания описываемых процессов решения задач на компьютере при использовании программных продуктов становится необходимым демонстрировать и комментировать динамические изображения, последовательность действий, когда в интерфейсе происходят текущие изменения. Реализуя возможности компьютерной техники, становится возможным донести до студентов сложные логические конструкции, значительно облегчить процесс понимания изучаемого материала в системном анализе. Можно экранизировать фрагменты лекций и лабораторных занятий. Все процессы подготовки исходных данных, настройки программ, выбора методов решения и вида выводимой информации я показываю и рассказываю с помощью подготовленных звуковых видеоклипов.

Под проблемным обучением понимается такая организация учебных занятий, которая предполагает создание под руководством преподавателя проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность студентов по их разрешению, в результате чего происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей.

По дисциплине «Системный анализ производственных процессов и систем» предусматриваются лабораторные работы, приведенные в таблице.

Впервые столкнувшись с нашими лабораторными работами студенты, привыкшие к методичкам, в которых подробно расписана вся последовательность действий, и остается только подставить значения в соответствующие текстовые поля, теряются от неконкретности. Оказывается, нужно все делать самим – увидеть и описать проблему, выбрать метод ее решения, организовать сбор информации, получить и проинтерпретировать результаты. Говорят: «Вы нам скажите, что делать, и мы все сделаем». Оказавшись один на один с реальным действующим предприятием в качестве инженера, каждый выпускник будет сам осуществлять анализ текущей ситуации, принимать решение и осуществлять его. Все эти действия прописаны в профессиональной компетенции, которой выпускники обязаны соответствовать.

Всем необходимым для выполнения лабораторных работ студенты сполна обеспечены. Надо только суметь задавать вопросы. Теорию, методы и примеры решения подобных задач мы подробно разбираем на лекциях, которые каждый студент сколько угодно раз может дополнительно просмотреть и прослушать дома (дистрибутив «Бесед» будет у каждого в качестве моего подарка).

#### Перечень лабораторных работ

Номер по порядку	Наименование лабораторных работ	Число часов
1	Освоение виртуального производственного комплекса	6
2	Корреляционный анализ	4
3	Классификация производственных данных методом деревьев решений	4
4	Классификация производственных данных методом Байеса	4
5	Классификация производственных данных методом нейронных сетей	6
6	Кластеризация производственных данных итерационными методами	4
7	Иерархическая кластеризация производственных данных	4
8	Решение многокритериальных задач	4
9	Принятие решений в условиях неопределенности	4
10	Моделирование производственных процессов	4
11	Решение компромиссных оптимизационных задач	6

Значения переменных в реальном производственном процессе постоянно меняются во времени. Многие переменные меняются объективно, сами по себе. Вернее, по велению природы, рынка сырья, материалов, энергоресурсов. Некоторые переменные мы меняем по своему усмотрению, управляя производственным процессом. Некоторые подстраиваем под потребности рынка продукции.

Проблемы придется увидеть и формулировать самим. Допустим: «В начале мая кроме того, что недавно завершилось снеготаяние, пошли частые проливные дожди различной интенсивности, смывающие с полей удобрения и с городских улиц песчано-солевой состав, использованный для обработки ледяных участков дорог, в проточный водоем, который является источником водоснабжения моего предприятия. Значит, будет меняться мощность водотока в реке (дебит реки) и концентрация солей (электролитов) в речной воде. Я хочу посмотреть, как изменится качество моей продукции в этой ситуации и нащупать пути противодействия случайным возмущениям».

Новичкам (чайникам) можно посоветовать задействовать только парочку переменных. До-

пустим, определить, как влияет расход полимерной добавки на прочность продукции. Если осмысленным или случайным образом многократно задавать расходы и получать от модели соответствующие значения прочности, то в двумерном факторном пространстве получится график, интерпретировать который на удивление просто.

На рис. 2, представленном ниже, показано рабочее окно мультимедийной интерактивной информационно-справочной системы, в левой части которого содержится упорядоченный перечень разделов, а в правой – текстовые, графические, аудио- или видеоматериалы.

Очевидность толкования результатов исчезает очень быстро. Допустим, что я хочу посмотреть, какое влияние на прочность оказывают одновременно несколько факторов, например, степень помола, концентрация при формовании и скорость машины. Не только каждого фактора в отдельности, но еще и всех в совокупности. А если не только на прочность, но еще и на пластичность, и на влажпрочность? А если сюда еще добавить загрязнение водоема и атмосферы? Даже в таких, относительно простых ситуациях, графикой уже не обойтись.

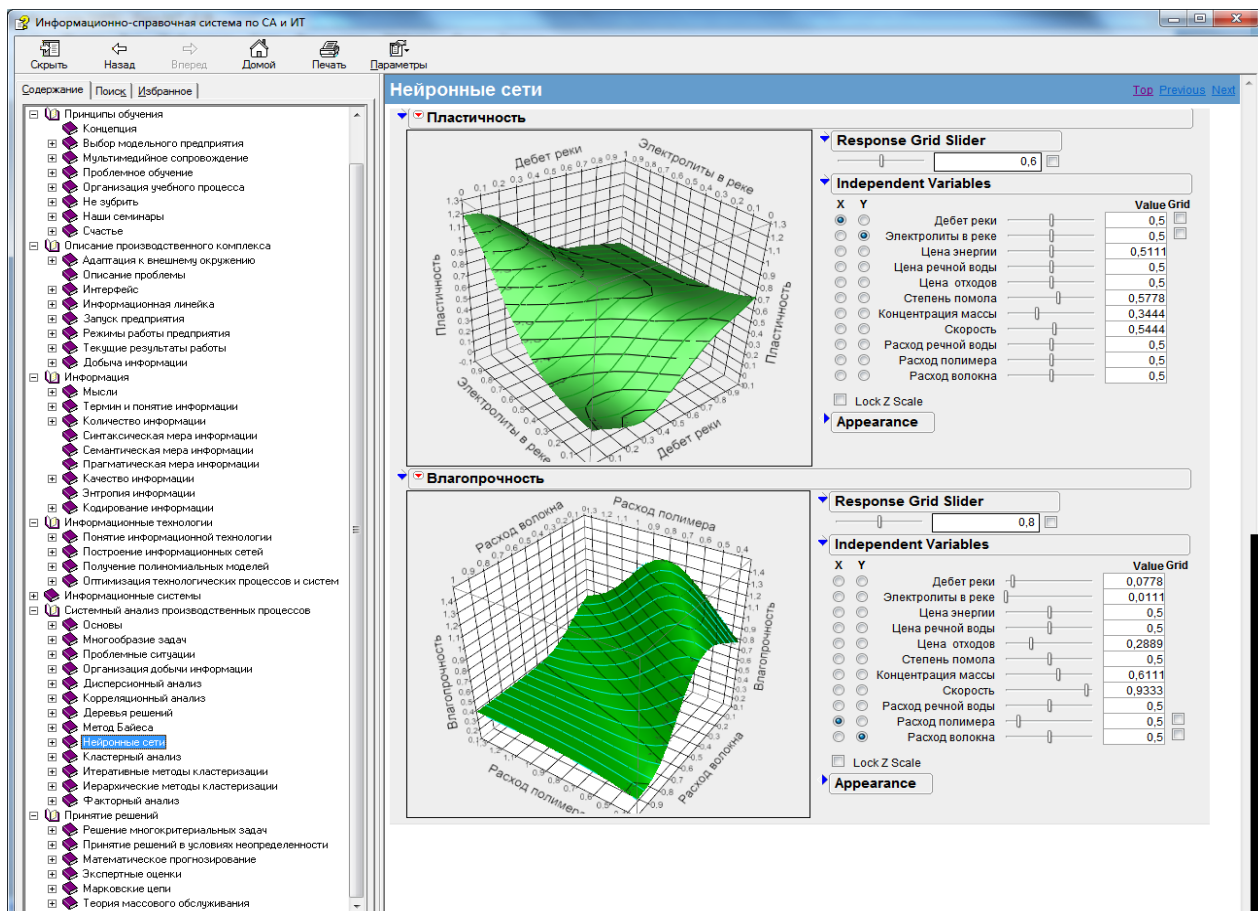


Рис. 2. Рабочее окно интерактивного мультимедийного программного средства «Беседы профессора В. Л. Колесникова о системном анализе и информационных технологиях»

Многомерность задач требует своеобразных подходов не только для обработки данных, но, в значительно большей степени, для интерпретации результатов. Нужно обеспечить быстроту переходов от теоретических разделов в виде формул и алгоритмов к синхронному динамическому сопровождению меняющейся ситуации на экранах мониторов кинограмм, демонстрации приемов настройки и управления программными приложениями, показу 3D-изображений в разных ракурсах.

Указанные требования можно обеспечить комбинацией обычного сценария, характерного для help-файлов, с мультимедийным наполнением толкования разделов курса, включая аудио- и видеоклипы, а также видеофрагменты

лекционных занятий. Возможности приложения SAS JMP-V8, показанные на рисунке, позволяют продемонстрировать влияние одно- временно  $2 \cdot 78$  параметров производственного процесса на качество продукции.

**Заключение.** Образовательная технология предусматривает замену традиционных методик с подробной конкретизацией заданий, последовательности выполнения и шаблоном отчета на самостоятельные условия работы по формулированию и формализации решаемой в лабораторной работе проблемы в соответствии с одаренностью, интересом, смелостью (дерзостью), ресурсом времени и сил. Я слежу за тем, чтобы уровень задач был университетским, но не выходил за временные ограничения.

### Литература

1. Колесников В. Л. Системный анализ производственных процессов в полиграфии: учеб. пособие для вузов. Минск: БГТУ, 2011. 352 с.

### References

1. Kolesnikov V. L. *Sistemnyy analiz proizvodstvennykh protsessov v poligrafii: ucheb. posobie dlya vuzov* [System analysis of production processes in the printing industry: Proc. manual for schools], Minsk, BGTU Publ., 2011. 352 p.

### Информация об авторе

**Колесников Виталий Леонидович** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Kolesnikov@belstu.by

### Information about the author

**Kolesnikov Vitaliy Leonidovich** – D. Sc. Engineering, Professor, Professor, Department of Information Systems and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Kolesnikov@belstu.by

Поступила 26.02.2015