

УДК 004.94+006.062

## ПРОЦЕССНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИСЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГОСТ ИСО

В.Л. Снежко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vl\_snejko@mail.ru; Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева

*В среде ARIS построена модель процесса обработки экспериментальных данных по международным стандартам при участии нескольких структурных подразделений.*

**Ключевые слова:** процессное моделирование, стандарты ИСО, высшее образование.

Обеспечение качества образования в высшей школе должно базироваться не только на внедрении информационных технологий в сам учебный процесс, но и их широком применении на всех этапах разработки учебных курсов. Успешное освоение студентами компетенций дисциплин профессионального цикла невозможно без увязки с компетенциями обеспечивающих дисциплин, как естественнонаучных, так и общепрофессиональных. Это требует применения процессного подхода к разработке структуры дисциплины, ее разделов и четкого обозначения используемых материальных и информационных ресурсов. Современные компьютерные CASE-технологии моделирования процессов позволяют детально рассмотреть все «входы» и «выходы» процесса изучения дисциплины, разграничить интерфейсы процесса, определить его участников и их функции, обозначить категории знаний, используемые либо получаемые в ходе процесса и многое другое.

Подготовка бакалавров по всем профилям направления «Природообустройство и водопользование», проводимая в РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, включает обязательное изучение дисциплины «Гидравлика». Лабораторные работы, предусмотренные учебными планами, проводятся в гидравлических лотках с последующей обработкой результатов на персональном компьютере. Гидравлика является дисциплиной профессионального цикла, за которой закреплены несколько компетенций, относящихся к производственно-технологической и проектно-изыскательской деятельности будущих выпускников. Помимо способности оперировать техническими средствами при измерении параметров процессов студенты должны научиться использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и методы математического моделирования и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

При выполнении лабораторных работ студенты самостоятельно измеряют гидравлические параметры в пределах проточной части моделей сооружений и на основании статистической обработки полученных данных делают выводы о характеристиках потоков. Методика проведения и обработки данных, практикуемая до настоящего времени в большинстве учебных лабораторных работ, базируется на простом осреднении полученных величин и не соответствует требованиям современных международных стандартов (International Standardization Organization, ISO), в то время как в научных исследованиях эти методы используются достаточно успешно [6].

Стандарты серии ИСО 5725 обеспечивают надежность эмпирических данных и возможность их сопоставления, в них впервые введено понятие прецизионности, которая требует обязательной проверки в ходе планирования эксперимента и обработки данных двух условий - повторяемости и воспроизводимости [2]. Способы осреднения величин (среднее, мода, медиана) в каждом конкретном случае теперь необходимо выяснять статистически, используя стандартное отклонение повторяемости, для которого требуется проведение предварительной серии опытов. Статистическую обработку данных также регламентирует ряд современных отечественных стандартов по прикладной статистике, что необходимо учесть на этапе выбора критериев проверки гипотез [4].

Целью исследований стало обеспечение возможности внедрения международных стан-

дартов в практику проведения студенческих лабораторных работ и детальная проработка процесса проведения занятий в рамках дисциплины «Гидравлика» и ряда сопутствующих дисциплин.

Обработка экспериментальных данных по стандарту ГОСТ ИСО 5725 требует значительных затрат времени и ресурсов, поэтому была рассмотрена только на примере одной из лабораторных работ: «Определение коэффициента гидравлического сопротивления трения». Для того, чтобы выполнить гидравлический эксперимент по ГОСТ ИСО и обработать полученные результаты студенту необходимо изучение ряда разделов обеспечивающих дисциплин, к которым относятся:

Математика (Математический и естественнонаучный цикл, Базовая часть)

- Дифференциальное исчисление
- Нормальное распределение
- Генеральная и выборочная совокупности
- Точечные оценки математического ожидания и дисперсии
- Интервальное оценивание параметров
- Проверка гипотез о законе распределения

Информационные технологии (Профессиональный цикл, Базовая часть)

- Работа в электронных таблицах MS Excel на уровне пользователя
- Работа с надстройкой «Анализ данных» MS Excel

Метрология, стандартизация и сертификация (Профессиональный цикл, Базовая часть)

- Вопросы применения различных средств измерений
- Алгоритмы обработки однократных и многократных измерений

В процессе задействовано три кафедры, читающие дисциплины «Математика», «Информационные технологии», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Гидравлика». Последовательность изучения разделов каждой из дисциплин должна не только соответствовать по времени учебному плану и рабочей программе, но и обеспечивать логику планирования, выполнения лабораторной работы и обработки полученных результатов. Для решения задачи временной увязки изучения разделов был использован процессный подход и возможности современных прикладных пакетов моделирования бизнес-процессов. В качестве CASE-средства выбрана среда моделирования ARIS и соответствующие нотации [5].

Разработанная модель представлена событийной цепочкой или моделью eEPC (Extended event driven process chain) которая является моделью процесса, управляемого событиями. Основные используемые объекты нотации eEPC: функции, выполняемые структурными подразделениями (кафедрами), используемые на входе или получаемые на выходе информационные ресурсы (категории знаний, регламентирующие документы ГОСТ и ГОСТ ИСО, файлы расчетов, таблицы измерений, электронные документы), программное обеспечение. Событий в цепочке несколько: стартовое событие (наступление конкретной недели семестра) и события «Исходные данные получены», «Оценки измеряемых величин получены», «Прямые измерения обработаны», «Данные лабораторной работы готовы к анализу», следующие одно за другим после выполнения каждым из участников процесса необходимых функций. Логически события разделяют подпроцессы получения исходных данных, оценивания результатов прямых измерений, обработки результатов прямых и косвенных измерений по международным стандартам и получение интервальной оценки значения коэффициента гидравлического трения с заданной доверительной вероятностью (в данном случае 95%).

На первом этапе задействовано две кафедры. Изучение в разделе высшей математики тем «Генеральная и выборочная совокупности» происходит параллельно с изучением темы «Применение средств измерений» по дисциплине «Метрология» (рис.1). Затем следует непосредственное проведение измерений в гидравлической лаборатории по дисциплине «Гидравлика» и проверка условий повторяемости и воспроизводимости.

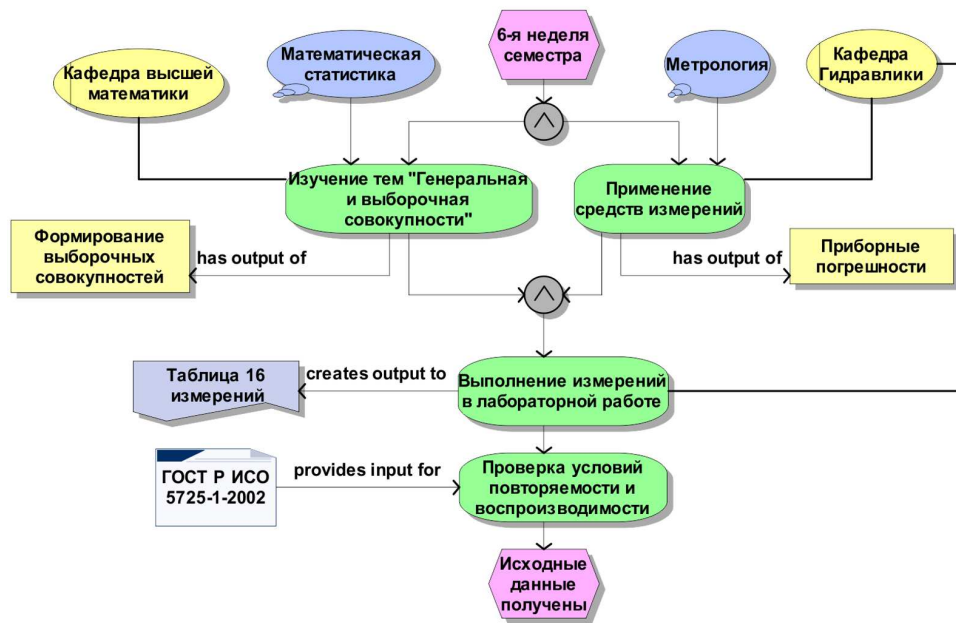


Рис. 1. Модель подпроцесса получения исходных данных.

Событие «Исходные данные получены» инициирует подпроцесс оценивания результатов измерений (рис. 2). Методы оценивания параметров изучаются в курсе математики параллельно с методами обработки результатов многократных измерений в курсе метрологии. Затем в курсе «Информационные технологии» студенты вычисляют точечные оценки среднего значения и оценки среднеквадратического отклонения результатов измерений, используя статистические пакеты [1].

Событие «Оценки измеряемых величин получены» является конечным для рассмотренного подпроцесса и начальным для следующего - «Обработка результатов прямых измерений» (рис. 3). Прямыми в данном случае будут только измерения, полученные с помощью аппаратуры. На этом этапе согласно ГОСТ должна быть выполнена проверка и исключение грубых погрешностей эксперимента и проверка гипотезы о принадлежности результатов измерений нормальному распределению [3]. В подпроцессе участвуют две кафедры. Он начинается с изучения статистических критериев проверки гипотез в курсе высшей математики с обязательным рассмотрением тех критериев проверки, которые регламентированы ГОСТ по прикладной статистике. Затем следует компьютерная обработка данных в рамках проведения занятий по курсу «Информационные технологии». Используя файл описательной статистики лабораторных измерений студенты в электронных таблицах производят отсеивание выбросов по критерию Граббса и проверку нормальности распределения по критерию Крамера-Мизеса-Смирнова.

Значение коэффициента гидравлического трения не может быть получено по результатам непосредственных измерений, для этого используется пересчет по формулам. Завершающий подпроцесс представляет собой обработку результатов косвенных измерений и проходит на одной кафедре (рис. 4). Он включает функции вычисления случайной и систематической погрешностей косвенно измеряемых величин и расчет погрешностей оценки коэффициента гидравлического трения согласно ГОСТ ИСО. Все значения приводятся с обязательным указанием границ доверительного интервала для вероятности 95%. На основании полученных данных студенты делают заключительные выводы по лабораторной работе «Определение коэффициента гидравлического сопротивления трения».

Распределению функций между структурными подразделениями на этапе процессно-



Рис. 2. Модель подпроцесса оценивания результатов измерений.

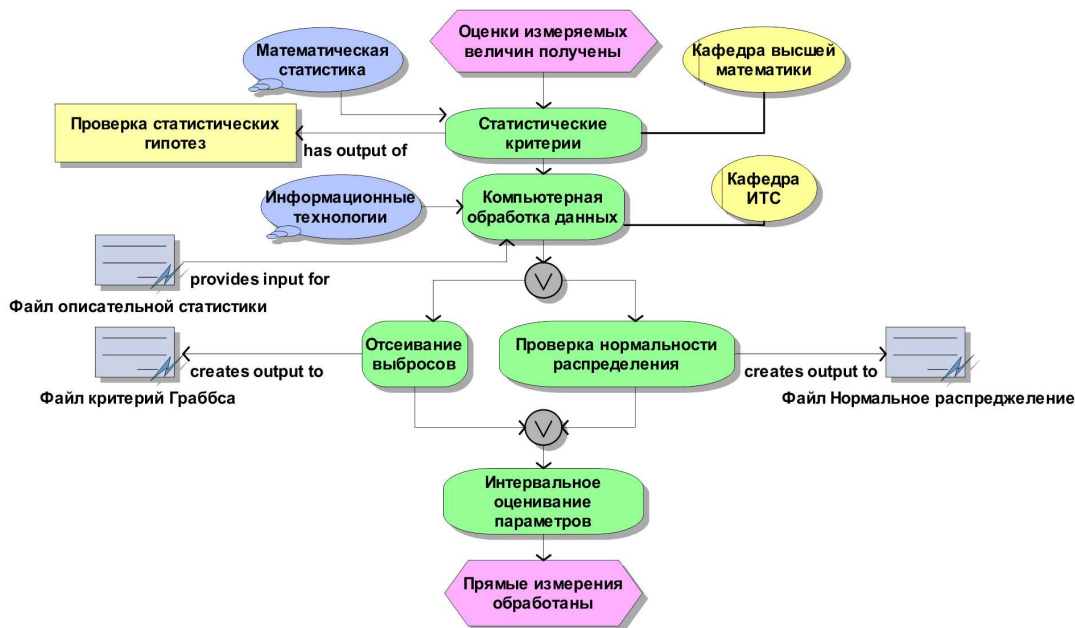


Рис. 3. Модель подпроцесса обработки результатов прямых измерений.

го моделирования позволило сократить общее время процесса проведения лабораторной работы и обработки ее результатов по международным стандартам до четырех недель. Из них на второй и четвертой неделе (4 аудиторных часа, отведенные на выполнение самой лабораторной работы) занятия проводились в лаборатории гидравлики, а остальные этапы обработки распределялись между практическими занятиями по высшей математике,

информационным технологиям и метрологии. Изучение разделов сопутствующих дисциплин не противоречило их рабочим программам.

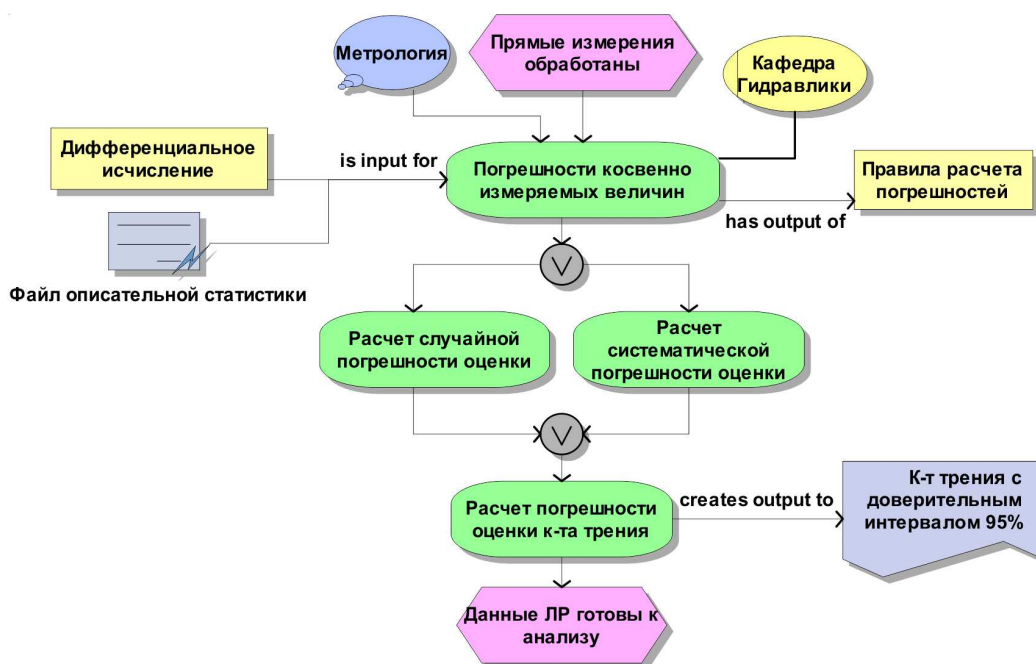


Рис. 4. Модель подпроцесса обработки результатов косвенных измерений.

Применение процессного моделирования позволило не только согласовать работу структурных подразделений при решении общей учебно-методической задачи, но и решить один из главных вопросов организации учебного процесса - обеспечение преемственности дисциплин и наглядной демонстрации студентам тесной взаимосвязи умений и навыков, приобретаемых в естественнонаучных циклах с будущей профессиональной деятельностью.

## Литература

1. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя / Р. Вадзинский. — Санкт-Петербург: Питер, 2008. — 608 с.
2. ГОСТ Р ИСО 5725-1 - 2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч.1 Основные положения и определения. Введ. 2002-04-23. — Москва: Изд-во стандартов, 2002. — 24 с.
3. ГОСТ Р 8.736-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. Дата введения 2013.01.01 -- Москва: Изд-во стандартов, 2011. — 32 с.
4. ГОСТ Р 50.1.037-2002. Прикладная статистика. Правила проверки опытного согласия с теоретическим. Непараметрические критерии [Текст]. Введ. 2002-04-23. - Москва: Изд-во стандартов, 2002. — 43 с.
5. Каменова М. Моделирование бизнеса. Методология ARIS. Практическое руководство / М. Каменова, А. Громов, М. Ферапонтов, А. Шматалюк. - Москва: Изд-во "Серебряные нити", 2001. - 327 с.

6. Снежко В. Л. Современные способы обработки данных в исследованиях гидравлических сопротивлений турбулентных потоков / В. Л. Снежко // Научно-технический вестник Поволжья. - 2011. - № 1. - С. 179-186.

## PROCESS DESIGN OF EXPERIMENTAL STUDIES FOR THE DISCIPLINE OF THE PROFESSIONAL CYCLE WITH THE USE OF INTERNATIONAL STANDARDS

V.L. Snezhko

*Environment ARIS built a model of processing of experimental data according to international standards with the participation of several structural units.*

Keywords: process simulation, ISO standards, higher education.

УДК 004.9

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Соколова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> [nastenchik1997@mail.ru](mailto:nastenchik1997@mail.ru); Лесосибирский педагогический институт - филиал Сибирского федерального университета

*В статье рассматриваются основные разделы теории графов и возможности их изучения с использованием информационных технологий. Описано использование интерактивной доски при построении графов, кратчайших путей и остовных деревьев.*

**Ключевые слова:** теория графов, информационные технологии, интерактивная доска, кратчайший путь, остовное дерево.

Информационная технология (ИТ) - совокупность методов, производственных и программно-технологических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, вывод и распространение информации.

ИТ предназначены для снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов. Они обеспечивают переход от рутинных к промышленным методам и средствам работы с информацией в различных сферах человеческой деятельности, обеспечивая ее рациональное и эффективное использование. С современных позиций ИТ реализуются с использованием средств компьютерной и оргтехники [1].

Интерактивные средства обучения - это средства, которые обеспечивают возникновение диалога, то есть обмен сообщениями между пользователем и информационной системой в режиме реального времени.

Процесс обучения сегодня, без разнообразного и широкого применения технических средств обучения, невыносим. Такие средства обладают большой информативностью, достоверностью, способствуют развитию учебно - воспитательного процесса, повышают наглядность обучения, усиливают эмоциональность восприятия учебного материала. Поэтому применение интерактивных средств обучения способствует повышению эффективности педагогического труда, совершенствованию учебно - воспитательного процесса, улучшению качества знаний, умений, навыков учащихся.

Наиболее распространенным интерактивным средством обучения является интерактивная доска. Рассмотрим ее применение в процессе изучения теории графов.

Граф есть конечное множество  $V$ , называемое множеством вершин, и множество  $E$  двухэлементных подмножеств множества  $V$  [2]. Для изображения графов, нахождения кратчайших путей и построения остовных деревьев на интерактивной доске можно воспользоваться программным обеспечением SMART Notebook. Программное обеспечение SMART