

III. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Научное исследование работ по развитию электронного голосования и информационного обеспечения подготовки и проведения выборов и референдумов в Российской Федерации

Г. П. Акимова, А. В. Соловьев

*Институт системного анализа Российской академии наук,
Россия, 117312 Москва, пр. 60-летия Октября, 9*

В статье содержатся результаты научных исследований по методологическому сопровождению работ по электронному голосованию и информационному обеспечению подготовки и проведения выборов и референдумов в Российской Федерации с применением Государственной автоматизированной системы Российской Федерации «Выборы» за период с октября 2004 по сентябрь 2008 года. В статье приведены наиболее значимые результаты основных направлений научной деятельности за четыре года.

Введение

За период с октября 2004 по октябрь 2008 года сотрудниками ИСА РАН выполнялось научно-методологическое сопровождение работ по электронному голосованию и информационному обеспечению подготовки и проведения выборов и референдумов в РФ с применением Государственной автоматизированной системы (ГАС) «Выборы» (далее — Система).

За отчетный период вместе с развитием, модернизацией и совершенствованием автоматизированной системы изменялись и направления работ по ее сопровождению, начиная от создания методик по оценке различных составляющих Системы до предложений по применению новых информационных технологий, вплоть до использования Интернета на выборах процессах.

1. Основные направления научных работ

Одним из немаловажных направлений работ было исследование скорости и эффективности работы обработчиков Системы во время проведения тренировок и непосредственно выборов вплоть до федеральных выборов 2007–2008 годов. С удовлетворением хочется отметить, что во время проведения выборов 12 марта 2008 года качество и скорость работы не только обработчиков, но и Системы в целом были наилучшими за все время проведения работ по методологическому сопровождению ГАС «Выборы».

Можно выделить следующие основные направления работ по научно-методологическому сопровождению.

1. Оперативная работа (2004–2008). Направление включает в себя не только участие в регулярных совещаниях, проводимых в Федеральном центре информатизации (ФЦИ) при Центральной избирательной комиссии (ЦИК) России, но и выполнение различных поручений, выработку предложений, участие в работе организованных Рабочих групп, призванных решать проблемные технологические и технические вопросы использования ГАС «Выборы». В частности, по просьбе ФЦИ были подготовлены предложения по методологии оценки катастрофоустойчивости ГАС «Выборы» (2006), проведен сравнительный анализ возможностей средств резервного копирования, встроенных в СУБД Oracle и операционную систему Microsoft Windows, для вариантов совместного использования в комплексах средств автоматизации избирательных комиссий субъектов РФ и территориальных избирательных комиссий (КСА ИКСРФ и ТИК) (2006), подготовлены предложения по направлениям развития ГАС «Выборы» в 2009–2012 годах. Отдельным разделом в них представлены предложения по организации перевода ГАС «Выборы» на новую аппаратно-программную платформу с обеспечением при этом непрерывной готовности системы к проведению выборов различного уровня.

2. Подготовка заключений, выработка замечаний, оценка материалов внешних исполнителей, предоставленных ФЦИ (2005–2008). За время работы было рассмотрено около 30 документов, разработанных головным исполнителем (или другими исполнителями) работ, подготовлено более 40 заключений и рекомендаций. В частности, было проанализировано технико-

экономическое обоснование дооснащения стенда Главного конструктора ГАС «Выборы», разработанное ФГУП НИИ «Восход» (2005), проведена оценка предложений по созданию резервной базы данных и системы резервного копирования для КСА ЦИК (2005), предоставлено заключение на материалы по повышению катастрофоустойчивости ГАС «Выборы», рассмотрено техническое задание, технико-экономическое обоснование работ по разработке специального программного обеспечения, позволяющего автоматизировать технологию сбора и обработки статистических данных о качестве и надежности функционирования ГАС «Выборы», техническое задание и технико-экономическое обоснование работ по созданию резервного КСА ЦИК России (2006) и др.

3. Разработка методических материалов, рекомендаций, методик, совершенствование методического аппарата, в том числе по электронному голосованию (2004–2007). За отчетный период были разработаны, доработаны, усовершенствованы следующие методики и методологические подходы:

- комплексная методика оценки функционирования КСА ГАС «Выборы» избирательных компаний всех уровней [1];
- частная методика оценки вероятностно-временных характеристик (ВВХ) ГАС «Выборы» [2];
- частная методика оценки надежности функционирования КСА ГАС «Выборы» [3];
- частная методика оценки технического уровня ГАС «Выборы» [4];
- частная методика обоснования рационального уровня автоматизации деятельности избирательных комиссий при использовании средств ГАС «Выборы» [5];
- методика оценки надежности ГАС «Выборы» в целом (включая подсистему связи и передачи данных) [6];
- методика оценки эффективности функционирования ГАС «Выборы» в целом [7];
- методологический подход к определению влияния человеческого фактора на работоспособность ГАС «Выборы» и ее отдельных задач [6, 8];
- методологический подход и основные положения методики оценки качества организационной составляющей функционирования ГАС «Выборы» [9, 10];
- методологический подход и методика оценки качества информационного обеспечения ГАС «Выборы» [11, 12];
- методологический подход к оценке эффективности систем электронного голосования [13];
- методологический подход к оценке качества и эффективности дистанционного голосования [14].

По разработанной и согласованной методике оценки надежности Системы в целом (включая подсистему связи и передачи данных) регулярно, включая 2008 год, проводились математические расчеты надежности ГАС «Выборы». Аналогичным образом согласно разработанной методике проводились расчеты эффективности работы Системы.

Помимо разработки методик проводились работы по оценке и анализу организационной составляющей функционирования ГАС «Выборы», проведена огромная работа по изучению влияния ручных операций на функционирование подсистем и анализу влияния человеческого фактора на их работу — аспект, влияние которого в рамках ГАС «Выборы» ранее не исследовалось. Таким образом, была проведена оценка качества работы базовых составляющих Системы: информационно-аналитического, программного, технического и организационного обеспечения ГАС «Выборы», изучено влияние человеческого фактора на ее работу.

4. Направление, связанное с законодательным и нормативно-правовым аспектом работы ГАС «Выборы» (2004–2007). В этой области проводились работы по анализу избирательного законодательства субъектов РФ на соответствие федеральному законодательству в части использования ГАС «Выборы», оценке нормативно-правовой базы функционирования и использования ГАС «Выборы», в том числе с учетом взаимного соответствия элементов нормативно-правовой базы разных уровней.

5. Участие и последующий анализ общероссийских и общесистемных тренировок (2005–2008). Работа проводилась в течение всего отчетного периода. На первой же тренировке сотрудниками ИСА РАН была предложена технология анализа эффективности функционирования обработчиков КСА ЦИК, которая затем применялась во всех последующих выборах кампаниях. Полученные результаты передавались в ФЦИ буквально через 1–2 дня, и, как показали последующие наблюдения, ряд рекомендаций был учтен разработчиками программного обеспечения ГАС «Выборы». Особое внимание было уделено тренировкам, проводимым перед двумя федеральными кампаниями, во время которых были получены интересные наблюдения и результаты.

6. Анализ функционирования перспективных систем электронного голосования (2005–2008). Работа осуществлялась на протяжении практически всего отчетного периода. Сопровождение комплексов для электронного голосования (КЭГ) проводилось начиная с этапов разработки и стендовых испытаний и заканчивая их применением в условиях реальных выборов.

Исследования разработанных средств электронного голосования — комплексов обработки избирательных бюллетеней (КОИБ) и КЭГ — проводились по широкому ряду направлений, причем большее внимание было уделено КЭГ. Анализировались:

- интерфейс — простота использования, расположение данных, количество уточняющих вопросов по теме выборов и подтверждений, глубина данных, доступных для просмотра;
- инструкции о порядке проведения голосования;
- индикация окончания процесса голосования избирателем;
- необходимость наличия устройства, подтверждающего избирателю его выбор;
- доверие избирателей к новой форме голосования.

Проводился сравнительный анализ электронного и бумажного голосования (скорость процесса голосования, подведения итогов и доведения данных до ввода в ГАС «Выборы», удобство, надежность, влияние человеческого фактора и пр.); исследовалась эффективность применения перспективных устройств электронного голосования во время проведения реальных выборов.

По всем указанным направлениям оперативно составлялись рекомендации и предложения по модернизации КЭГ, которые обсуждались с разработчиками комплекса и были учтены при последующей их доработке.

7. Разработка предложений по использованию, ведению и актуализации общероссийских справочников и классификаторов, а также классификаторов избирательных комиссий (2006–2007).

Предложено выделить 3 группы классификаторов ГАС «Выборы» и для каждой из групп выработать свои правила по использованию: внешние (ведение классификатора осуществляется в другой информационной системе), ведомственные (классификатор разработан для данной информационной системы), локальные (классификатор используется и ведется только в отдельных объектах данной информационной системы). Рекомендовано для решения ряда проблем, описанных в отчетных материалах ИСА РАН, сформировать в ФЦИ при ЦИК России аналитическую службу по ведению справочников и классификаторов, которая будет решать следующие основные задачи:

- анализировать содержание изменений внешних классификаторов, содержание вновь введенных внешних классификаторов и формировать рекомендации о возможности их использования в ГАС «Выборы»;
- рассматривать предложения пользователей по введению в Систему новых справочников и давать свои заключения;
- собирать и анализировать замечания и предложения к программному изделию «Справочники», данные по использованию справочников и частоту изменений к ним и формировать предложения по совершенствованию системы классификации и кодирования ГАС «Выборы»;
- разрабатывать проекты нормативно-организационных документов по ведению справочников и сопровождение их применения.

8. Подготовка обзора и предложений по использованию новых технологий голосования, в том числе Интернета, мобильного, электронного голосования, а также предложений по основным направлениям развития ГАС «Выборы» (2007–2008).

Современное развитие информационных технологий, широкое использование средств мобильной связи, информационных киосков и банкоматов, довольно большой опыт применения электронного голосования в различных странах стимулируют развитие подобных технологий и в России. Подготовленный обзор лег в основу предложений по основным направлениям развития ГАС «Выборы» на ближайшие четыре года. В предложениях достаточно большое внимание уделено вопросу автоматизации работы участковых избирательных комиссий от применения средств малой механизации до создания облегченного КСА участковой избирательной комиссии (УИК), даны рекомендации по использованию имеющихся на местах компьютерных и коммуникационных средств.

Так как в рамках данной статьи невозможно описать все результаты проведенной работы, приведем только описание разработанного математического и методологического аппарата, а также некоторые результаты расчетов на основании разработанных математических моделей оценки тех или иных аспектов функционирования ГАС «Выборы».

2. Разработка и совершенствование математического и методологического аппарата оценки различных аспектов функционирования ГАС «Выборы»

За отчетный период были разработаны математические модели и создан большой и достаточно полный методологический аппарат для всесторонней оценки функционирования ГАС «Выборы» в целом, ее отдельных подсистем и видов обеспечения, а также систем электронного голосования. Основной задачей проводимых работ было проведение количественной оценки функционирования ГАС «Выборы» с целью получения ответа на вопрос, достаточно ли эффективно используются средства Системы и входящих в нее подсистем.

2.1. Комплексная методика оценки функционирования КСА ГАС «Выборы» избирательных компаний всех уровней [1]

Основной целью создания данной методики было проведение оценки эффективности функционирования КСА ГАС «Выборы» по четырем критериям, математические модели которых и порядок работы были разработаны в рамках создания четырех частных методик.

2.2. Частная методика оценки вероятностно-временных характеристик КСА ГАС «Выборы» [2]

Методика является составной частью комплексной методики оценки эффективности функционирования КСА ГАС «Выборы» и предназначена для получения как временных, так и вероятностных характеристик своевременности обработки информации на КСА избирательных комиссий различных уровней.

В методике используется аппарат математического моделирования процессов функционирования КСА ГАС «Выборы» с целью определения вероятностно-временных характеристик на различных этапах жизненного цикла системы. На основании анализа специфических особенностей функционирования КСА и требований ГОСТ были выбраны основные показатели и критерии, характеризующие вероятностно-временные характеристики функционирования КСА. В качестве критерия для основного режима функционирования КСА выбрана «вероятность своевременной обработки информации», т. е. вероятность выполнения конкретных технологических операций за указанное время. Для режима, не связанного непосредственно с подготовкой и проведением выборов, формированием итоговых данных, их документированием и отображением, предложен критерий «среднее время выполнения конкретных технологических операций должно быть не более заданного».

В методике [2, Приложение А] рассмотрены вопросы получения статистических данных по временным характеристикам с использованием программных средств измерения как на средствах ГАС «Выборы», так и на стендовом оборудовании сервисных центров.

В дальнейшем на основе принципов, заложенных при создании данной методики, была построена Методика оценки эффективности функционирования ГАС «Выборы» в целом, на основании которой проводились расчеты эффективности.

2.3. Частная методика оценки надежности функционирования КСА ГАС «Выборы» [3]

Методика является составной частью комплексной методики и предназначена для оценки надежности функционирования основных составных частей ГАС «Выборы» — комплексов средств автоматизации. В методике излагается аналитический подход к оценке надежностных показателей (вероятности безотказной работы, коэффициента готовности) программно-технических средств и комплексов средств автоматизации. Подход основан на независимом учете потока отказов (сбоев) за счет различных факторов (технических, программных средств, ошибок оператора), воздействующих на программно-технические средства.

В дальнейшем данная методика была принципиально изменена, создан новый математический аппарат, позволяющий оценивать надежность не только КСА, но и подсистемы связи и передачи данных (ПСПД), каналов связи, а также отказоустойчивость общего и специализированного программного обеспечения Системы.

2.4. Частная методика оценки технического уровня КСА ГАС «Выборы» [4]

Методика является составной частью комплексной методики и предназначена для проведения оценки технического уровня как отдельных средств КСА ГАС «Выборы», так и комплексов этих средств по показателям, отражающим их основные тактические и технико-экономические параметры.

Математическая модель показателя технического уровня средства представляет собой функцию

$$Y_T = F(P_1, P_2, \dots, P_n, P_{Б1}, P_{Б2}, \dots, P_{Бn}, \vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_n),$$

где P_1, P_2, \dots, P_n — значения единичных показателей качества оцениваемых средств; $P_{Б1}, P_{Б2}, \dots, P_{Бn}$ — значения показателей качества базовых образцов; $\vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_n$ — коэффициенты важности (вес) показателей; n — количество показателей, учитываемых при определении технического уровня средств данного вида.

Технический уровень средств автоматизации Y_T определяется по формуле

$$Y_T = \frac{\sum_{j=1}^L \vartheta_j \frac{P_{Tj}}{P_{TB}} + \sum_{m=1}^M \vartheta_m \frac{P_{TBm}}{P_{Tm}}}{\sum_{j=1}^L \vartheta_j + \sum_{m=1}^M \vartheta_m},$$

где P_{Tj}, P_{TBj} — значение j -го показателя качества, имеющего тенденцию к возрастанию, соответственно оцениваемого и базового средства, $j = \overline{1, L}$; P_{Tm}, P_{TBm} — значение m -го показателя качества, имеющего тенденцию к убыванию, соответственно оцениваемого и базового средства, $m = \overline{1, M}$; ϑ_j, ϑ_m — весовые коэффициенты j -х и m -х показателей качества.

Состав и перечень показателей качества оцениваемых средств приведены в [4]. Отметим только, что было выделено 44 показателя трех типов: показатели качества технических вычислительных средств; показатели качества программного и информационного обеспечения; показатели качества средств комплексирования.

Большая сложность процесса анализа веса (важности) отдельных показателей качества функционирования КСА, сложность перехода в про-

цессе анализа от содержательной формы к формализованному описанию влияния отдельных показателей на эффективность КСА не позволяют строгими математическими методами осуществить выбор весовых коэффициентов. Для решения указанной задачи в [4] предлагается воспользоваться методом экспертных оценок, при котором выбирается группа экспертов, производится их опрос, обрабатываются его результаты. Нормирование оценок экспертов осуществляется исходя из условия: сумма всех весовых коэффициентов должна быть равна единице.

Значения весовых коэффициентов b_i определяются как среднее значение по формуле

$$b_i = \frac{1}{\mathcal{E}} \sum_{\vartheta=1}^{\mathcal{E}} b_i^{\vartheta},$$

где b_i^{ϑ} — i -й весовой коэффициент ϑ -го эксперта;

$\vartheta = 1, \dots, \mathcal{E}$ — порядковый номер эксперта; \mathcal{E} — общее количество экспертов.

Согласованность мнений экспертов определяется согласованностью мнений и среднеквадратической ошибкой σ_i , которая определяется по формуле

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{\vartheta=1}^{\mathcal{E}} [b_i^{\vartheta} - b_i]^2}{\mathcal{E}}}.$$

Согласованность мнений определяется коэффициентом вариации ν , который определяется по формуле

$$\nu = \frac{\sigma_i}{b_i}.$$

В случае если $\nu > 0,7$, проводится второй тур опроса с ориентацией экспертов на результаты предыдущего тура. Процедура повторяется до получения согласованных мнений.

Технический уровень КСА $Y_T^{КСА}$ определяется по формуле

$$Y_T^{КСА} = a_1 Y_T^1 + a_2 Y_T^2 + \dots + a_n Y_T^n,$$

где Y_T^1, Y_T^2, Y_T^n — технический уровень средств автоматизации, входящих в состав КСА ГАС «Выборы»; a_1, a_2, \dots, a_n — относительная важность и степень влияния значения каждого отдельного показателя технического уровня на показатель технического уровня КСА; n — количество средств автоматизации, входящих в состав КСА.

Таблица 1

Технический уровень КСА

Тип КСА	КСА ЦИК	КСА ИКСРФ	КСА ТИК
Технический уровень КСА	0,74	0,7	0,68

Для определения относительной важности и степени влияния значения каждого отдельного показателя технического уровня на показатель технического уровня КСА также рекомендуется пользоваться методом экспертных оценок.

На основании методики была проведена экспертная оценка и рассчитан технический уровень КСА. Значения по состоянию на июнь 2005 года приведены в табл. 1.

Срок наступления морального износа КСА оценивался в среднем $T_{КСА} = 3,4$ года, т. е. должен был истечь к концу 2008 года.

2.5. Частная методика обоснования рационального уровня автоматизации деятельности избирательных комиссий при использовании средств ГАС «Выборы» [5]

Методика предназначена для оценки уровней автоматизации избирательных комиссий в различные периоды их деятельности при использовании программно — технических средств ГАС «Выборы».

В методике выбраны параметры для оценки уровня автоматизации. Общая математическая модель выглядит следующим образом:

$$A = \sum_{j=1}^K b_j U(P_j),$$

где A — оценочный функционал уровня автоматизации; $U(P_j)$ — оценочный функционал уровня автоматизации в j -м метрическом диапазоне; K — количество «метрик»; b_j — вес j -й «метрики», при условии, что $\sum_{j=1}^K b_j = 1$.

Подбор b_j предлагается выполнять методом экспертной оценки. Оценочная функция уровня автоматизации имеет вид

$$U(P_j) = \frac{P_{j\max} - P_j}{P_{j\max} - P_{j\min}},$$

где $P_{j\max}$ и $P_{j\min}$ — граничные оценки в j -м метрическом диапазоне; P_j — реальная оценка в j -м метрическом диапазоне на рассматриваемый период.

Расчет уровня автоматизации по модели применительно ко времени выполнения той или иной операции будет иметь вид:

$$A_j = \frac{T_{j \max} - T_j}{T_{j \max} - T_{j \min}},$$

где $T_{j \max}$ — длительность выполнения j -го процесса без использования средств автоматизации; $T_{j \min}$ — длительность выполнения j -го процесса при максимально возможном использовании средств автоматизации; T_j — реальная длительность выполнения j -го процесса с использованием средств ГАС «Выборы» в рассматриваемый период.

Расчет $T_{j \max}$ выполняется по формуле

$$T_{j \max} = \sum_{i=1}^{n_j} M(\tau)_{ij}^P,$$

где $M(\tau)_{ij}^P$ — математическое ожидание времени выполнения i -й функции j -го процесса при ручном не автоматизированном ее выполнении.

Обычно это время определяется путем хронометрирования длительности выполнения функции или расчетным путем, если определены нормативные данные выполнения отдельных операций. Так, например, для расчета при обработке информации человеком может быть применена формула:

$$M(\tau)_{ij} = \frac{V_{ij}}{V_K m_{ij}},$$

где V_{ij} — объем перерабатываемой информации в приведенных операциях при выполнении i -й функции j -го процесса; V_K — количество приведенных операций, выполняемых человеком в единицу времени; m_{ij} — количество должностных лиц, выполняющих i -ю функцию j -го процесса.

T_j рассчитывается по формуле

$$T_j = \sum_{i=1}^{n_j} M(\tau)_{ij},$$

где $M(\tau)_{ij}$ — математическое ожидание времени выполнения i -й функции j -го процесса в рассматриваемый период.

В 2005 году по разработанной методике была проведена оценка уровня автоматизации КСА, на основании которой, в частности, был сделан вывод, что расчетный уровень автоматизации КСА ниже, чем задан в технических требованиях.

Аналогичный вывод был получен при исследовании влияния человеческого фактора на работоспособность отдельных задач и подсистем ГАС «Выборы» [8].

2.6. Методика оценки надежности ГАС «Выборы» в целом (включая подсистему связи и передачи данных) [6]

Разработанная ранее методика оценки надежности в 2005 году была принципиально пересмотрена. Были предложены новые математические модели, которые позволили оценить надежность всей Системы в целом, КСА всех уровней и отдельных уровней КСА, ПСПД, каналов связи, что, в частности, было вызвано постоянной модернизацией программного обеспечения (ПО), его доработкой и отладкой. В результате была разработана математическая модель надежности ПО.

На основании разработанной математической модели надежности и методики постоянно производятся расчеты надежности функционирования Системы. На основании рассчитанных за четыре года наблюдений показателей надежности можно проследить тенденции изменения этих показателей.

Предложенная методика и математическая модель доказали свою жизнеспособность и адекватность применением на практике.

Подробно математический аппарат методики и результаты расчетов за период 01.07.2004–30.06.2008 гг. изложены в документах [6, 14, 15, 16, 17].

2.7. Методика оценки эффективности функционирования ГАС «Выборы» в целом [7]

В разработанной методике оценки эффективности ГАС «Выборы» в целом излагается аналитический подход к оценке показателей эффективности: полноты и своевременности выполнения задач Системы, а также достоверности ввода и обработки информации при выполнении основной задачи.

В рамках создания методики проведена приблизительная оценка эффективности Системы в целом при выполнении ею своей основной, утвержденной законодательно, функции автоматизации информационных процессов подготовки и проведения выборов и референдумов. Основные результаты проведенной аналитической оценки эффективности представлены в [14, глава 3, Приложение Г].

2.8. Методологический подход к определению влияния человеческого фактора на работоспособность ГАС «Выборы» и ее отдельных задач [6, 8, 14]

Недостаточный уровень автоматизации отдельных задач и подсистем ГАС «Выборы» является источником возникновения угроз, связанных с влиянием человеческого фактора на работоспособность Системы.

Для оценки такого влияния впервые за время работы ГАС «Выборы» разработаны математическая модель и методологический подход оценки влияния человеческого фактора на отдельные задачи и подсистемы.

Математический аппарат и результаты оценки влияния человеческого фактора на Систему изложены в [6, 8], а также в [14, глава 5].

2.9. Методологический подход и основные положения методики оценки качества организационной составляющей функционирования ГАС «Выборы» [9, 10]

В разработанных документах предложено организационную составляющую функционирования информационной системы рассматривать с использованием описания процессов модели жизненного цикла стандарта ИСО 12207 (ГОСТ Р ИСО МЭК 12207–99). Стандарт описывает характеристику процессов жизненного цикла программного обеспечения. Учитывая, что для программного обеспечения информационной системы такие процессы являются определяющими, можно предлагаемую стандартом соответствующую модель использовать для описания процессов жизненного цикла информационной системы.

Основные направления исследований, изложенные в документе [9]:

- анализ организационной составляющей;
- исследование влияния организационной составляющей на эффективность функционирования ГАС «Выборы»;
- оценка качества организационной составляющей;
- анализ процесса управления развитием ГАС «Выборы»;
- оценка качества и эффективности планирования развития системы в условиях ресурсных ограничений;
- разработка методологии выбора рационального плана развития ГАС «Выборы».

В процессе работы были получены следующие основные результаты:

- проведен анализ состава и структуры организационной составляющей ГАС «Выборы»;
- определены факторы и показатели качества организационной составляющей системы;
- с целью оценки эффективности организационной составляющей ГАС «Выборы» разработаны критерии и информационное обеспечение процесса оценки;
- разработаны принципы планирования развития Системы;
- с целью обоснования плана разработана система показателей и критериев;
- для оптимизации планов развития ГАС «Выборы» и выбора из них наиболее рационального разработан методологический подход обоснования плана развития Системы в условиях ресурсных ограничений.

Материалы проведенных исследований были учтены при разработке методического обеспечения оценки качества и эффективности организа-

ционной составляющей ГАС «Выборы» и могут быть использованы при разработке методологии обоснования и выбора рационального плана развития Системы.

В разработанном математическом аппарате оценки качества организационной составляющей функционирования ГАС <Выборы>. На всех этапах жизненного цикла Системы определены показатели качества организационной составляющей, основные расчетные соотношения для вычисления этих показателей, определен состав исходных данных для выполнения оценочных расчетов, приведен общий алгоритм оценки качества для ГАС <Выборы> в целом [10].

2.10. Методологический подход и методика оценки качества информационного обеспечения ГАС «Выборы» [11, 12]

Оценку качества информационного обеспечения предложено проводить для каждого КСА в отдельности и для всей Системы в целом, предложена система показателей качества, включающая широкий спектр компонентов, начиная с показателей качества компонентов информационного обеспечения КСА и завершая показателем интегрального качества информационного обеспечения ГАС «Выборы». Выработаны критерии соответствия информационного обеспечения КСА и системы заданным требованиям качества технического проекта Системы.

В ходе проведенных исследований получены следующие результаты:

- проведён анализ структуры и состава информационного обеспечения ГАС «Выборы», проанализирована специфика информационного обеспечения Системы;
- выбраны основные показатели качества информационного обеспечения, от которых в наибольшей степени зависит качественное функционирование Системы;
- предложены показатели интегрального качества компонентов информационного обеспечения КСА и ГАС «Выборы» в целом;
- разработан методологический подход к оценке качества информационного обеспечения Системы;
- разработан общий алгоритм оценки качества информационного обеспечения Системы.

В документе [12] представлен математический аппарат оценки качества информационного обеспечения на основании расчета частных показателей качества информационного обеспечения, на базе которого проведена оценка интегрального показателя качества, показаны способы получения исходных данных для выполнения оценочных расчетов, определен общий порядок расчетов по методике.

2.11. Методологический подход к оценке эффективности систем электронного голосования [13]

При внедрении систем электронного голосования, так же как и при внедрении любых принципиально новых технических устройств, необходимо помнить, что успех внедрения тем более вероятен, чем больше просчитана перспектива их использования, проведены необходимые опыты по использованию устройств в реальных условиях, чем ближе они к представлениям о них избирателей.

Хорошей иллюстрацией поспешности внедрения электронного голосования в мире служит то, что 3/4 проектов по внедрению нового способа голосования провалились, были признаны недостаточно надежными, точными и безопасными.

В связи с этим на основании опыта оценки систем электронного голосования, используемых в различных странах, был разработан методологический подход, позволяющий проводить оценку эффективности внедрения любых подобных устройств.

2.12. Методологический подход к оценке качества и эффективности дистанционного голосования

В 2007 году в рамках работ по исследованию возможностей использования новых технических решений и технологий в избирательных процессах были разработаны методологический подход и математическая модель оценки качества и эффективности систем электронного голосования, в том числе и дистанционного (с помощью Интернета, мобильной связи и т. д.).

Подход позволяет получить количественную оценку качества систем электронного дистанционного голосования на основе интегрального показателя, суммирующего частные показатели.

Подробно математический аппарат методологии представлен в [14, Приложение Е].

Заключение

Работы по теме «Научно-методологическое сопровождение по электронному голосованию и информационному обеспечению подготовки и проведения выборов и референдумов в Российской Федерации с применением Государственной автоматизированной системы Российской Федерации „Выборы“» велись в течение четырех лет. За это время было изучено более 300 материалов, разработано более 100 документов, из них 25 выполнены в рамках дополнительных специальных поручений ФЦИ и ЦИК РФ, дано более 250 рекомендаций по работе ГАС «Выборы», около 100 из которых были выполнены. По материалам работы написано и опубликовано 8 научных статей.

Фронт работ был достаточно широк и включал в себя как научно-исследовательские, так и опытно-конструкторские работы. За отчетный период было разработано 17 методик и методических материалов, изучены и откорректированы две инструкции ЦИК по электронному голосованию, даны заключения на 26 материалов, предоставленных ФЦИ и ЦИК России.

Работы проводились и в области общей организации работы ФЦИ, в частности, при участии авторов были подготовлены рекомендации по изменению организационно-штатной структуры ФЦИ, которые впоследствии были воплощены в жизнь.

Организация взаимодействия ЦИК России и РАН положила начало долгосрочному сотрудничеству: выступление руководителей ЦИК и ФЦИ на пленарном заседании Отделения информатики РАН, участие и доклад академика Е. П. Велихова на научно-практической конференции, посвященной 10-летию начала разработки и создания ГАС «Выборы», и др.

Во исполнение рекомендаций Рабочей группы при Межведомственной приемочной комиссии по проверке надежности ГАС «Выборы» распоряжением ФЦИ была создана постоянно действующая Группа анализа надежности, заместителем председателя которой являлся заведующий лабораторией ИСА РАН В. Л. Арлазаров. В состав упомянутой Группы, а также Рабочей группы по анализу работы ГАС «Выборы» в единый день голосования 12.03.2006 г. и Группы по анализу причин уменьшения производительности ГАС «Выборы» при увеличении объема информации в базе данных входил сотрудник ИСА РАН.

Заведующий лабораторией ИСА РАН являлся членом Межведомственной комиссии (МВК) по подготовке и проведению испытаний комплексов для электронного голосования по координации деятельности участников реализации Основных мероприятий по развитию ГАС «Выборы» на 2005–2008 годы.

Сотрудники ИСА РАН принимали участие в работе ряда технических комиссий, занимающихся решением актуальных проблем, связанных со структурой запросов к СУБД, изучением зависимости выполнения запросов от объема СУБД, изучением работы обработчиков, причин возникновения очередей на обработку и степени их влияния на решение основной задачи Системы и пр. По результатам работы комиссий были приняты технические решения, реализация которых обеспечила повышение эффективности работы Системы.

Большое внимание было уделено проблеме электронного голосования и его использования на реальных выборах. По просьбе ФЦИ авторы проводили анализ ролевой игры с участием комплексов для электронного голосования (КЭГ) (ФЦИ, 12.02.2007 г.).

Наблюдение за работой КЭГ в регионах, работа с системными администраторами, изучение технологии проведения тренировок накануне дня выборов и в день голосования, проведение хронометрических замеров, изучение

мнения избирателей и влияния КЭГ на ход избирательного процесса на участковой избирательной комиссии обеспечили получение ценного материала, результаты анализа которого позволили сделать научно-обоснованный вывод о перспективности применения КЭГ в избирательном процессе.

Предложения по модификации технологии использования устройств сенсорного голосования, его интерфейса, процесса обучения избирателей и др. были учтены разработчиками КЭГ, что привело к повышению эффективности использования устройств и увеличению числа избирателей, выбравших электронное голосование при проведении смешанного голосования.

Разработанный по поручению ФЦИ «Порядок и формы отчетности по сбору статистических данных о надежности функционирования ГАС „Выборы“, ее составных частей и системы технического обслуживания и ремонта» позволил повысить контроль за сбором статистических данных из сервисных центров об отказах и сбоях оборудования.

Рекомендации ИСА РАН по изменению конфигурации программно-технического комплекса «Регистр избирателей» позволили сформулировать оптимизированную постановку задачи перед Главным конструктором ГАС «Выборы». На основании этих рекомендаций головной разработчик подготовил техническое решение, которое позволило существенно сократить время актуализации БД, исключить дублирование однотипных операций ввода и проверки данных и добиться экономии денежных средств в размере не менее 2,5 млн руб.

Заключительным этапом работы явились предложения по новым направлениям развития Системы и рекомендации по их применению в выборном процессе и в межвыборный период. При составлении данных предложений учитывался не только опыт работы специалистов ИСА РАН, но и опыт применения различных видов электронного и дистанционного голосования во всем мире, в том числе и Рекомендации Комитета министров стран-участниц по правовым, организационным и техническим стандартам электронного голосования Совета Европы.

Подытоживая, можно сказать, что проведенная за отчетный период работа была достаточно эффективна, ее результаты были использованы ФЦИ. Однако следует отметить, что не все выявленные во время работы проблемы были правильно оценены Заказчиком, что повлекло за собой негативные явления.

В заключение отметим наиболее важные направления проведенных работ и перспективы их развития в ближайшие годы.

Построены математические модели, которые позволяют оценивать такие показатели, как надежность и эффективность функционирования ГАС «Выборы», проводить расчеты предельных значений информационных нагрузок. Модели были опробованы, и полученные результаты сопос-

тавлены с текущим состоянием дел. Однако, для проведения оценки не только фактического состояния Системы, но и прогнозирования изменения ее поведения, необходимо построить моделирующий стенд и разработать соответствующее программное обеспечение.

Большое внимание было уделено изучению влияния человеческого фактора на работу Системы. Исследования были вызваны возникновением ряда чрезвычайных ситуаций, возникших по вине людей, и показали, что влияние человеческого фактора сказывается на характеристиках работы Системы порой даже в большей степени, чем характеристики оборудования. Отсюда следует, что этой работе необходимо уделить больше внимания, провести дополнительное обследование на всех уровнях работы ГАС «Выборы», включая техническое обслуживание специалистов смежных областей (энергетики, связисты и пр.) с целью выявления наиболее критичных мест, включить данную составляющую в процесс моделирования.

Рекомендации по созданию специализированного программного обеспечения для проверки программным способом катастрофоустойчивости Системы и обеспечения дополнительной защиты от ошибок системных администраторов не нашли должного отклика. В 2008 году в дополнение к ранним предложениям по подключению имеющихся настроек Oracle и UPS внесено новое предложение — использование автоматически формируемых SMS-сообщений от серверов Системы с передачей информации на мобильный телефон дежурного оператора и работающие компьютеры в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В первую очередь такой ситуацией может быть отключение электричества и сбой в работе каналов связи.

Работы по сопровождению средств электронного голосования велись активно и продуктивно. Комплексы для электронного голосования сопровождалась от этапов первых испытаний до их применения на федеральных выборах, были изучены материалы от проектных до инструкции по применению КЭГ. Многие из наших рекомендаций были учтены, причем способ реализации обсуждался непосредственно с разработчиками КЭГ. Направление перспективное и требует дальнейшего развития. Применение КОИБ наиболее приемлемо при имеющейся привычке граждан к бумажным носителям. Однако его дороговизна не позволяет провести широкое внедрение во всех регионах.

Исследования работы участковых избирательных комиссий показали, что надежность, своевременность и достоверность данных, введенных в ГАС «Выборы», зависит от эффективности деятельности УИК. Наибольшее количество ручных операций, принятие неформальных решений, совершаемых ошибок из-за усталости или недостаточной квалификации членов избирательной комиссии происходит именно на участковых избирательных комиссиях. Влияние человеческого фактора здесь наиболее ве-

лико, поэтому автоматизация этого слабого звена Системы является одной из важнейших задач дальнейшего развития ГАС «Выборы».

Техническая работа, заключающаяся в наблюдении и участии в проводимых тренировках различного уровня и выборах, полученные в процессе данных мероприятий статистические данные по различным временным и характеристическим срезам позволили авторам, как независимым экспертам, анализировать работу ГАС «Выборы» как бы «изнутри». Результатом такой работы явились оперативные рекомендации разработчикам, выявленные узкие места сразу же сообщались представителям ФЦИ. Не вызывает сомнения, что такой мгновенный анализ необходим и в дальнейшем, поскольку независимый эксперт скорее обратит внимание на имеющиеся нюансы, чем разработчик или же постоянный пользователь Системы, уже привыкший к ее внешнему виду и поведению.

Исследования в области применения новых средств голосования, в том числе дистанционного, показали их принципиальную возможность. Однако здесь имеется ряд задач, которые необходимо решать, в частности исключение возможности повторного голосования, установление, что поданный голос действительно принадлежит заявленному избирателю, исключение возможности установления взаимнооднозначного соответствия между поданным голосом и избирателем и пр. Помимо технических проблем эту задачу должна сопровождать разработка соответствующих нормативных документов. Вопрос до конца не проработан и требует дальнейших исследований.

Еще одним направлением работ являлось рассмотрение и подготовка различных материалов по сопровождению и развитию ГАС «Выборы». В рамках данного направления работы были рассмотрены технические задания, технические проекты по развитию Системы и КЭГ, предложения и рекомендации головного разработчика и его соисполнителей, материалы ФЦИ и ЦИК. Это задача любого сопровождения большой системы, и она безусловно должна продолжаться на новом этапе развития ГАС «Выборы».

Из всего сказанного следует вывод, что научно-методологическое сопровождение ГАС «Выборы» как автоматизированной системы государственного масштаба — задача важная, нужная и является неотъемлемой частью самой Системы.

Литература

1. Комплексная методика оценки эффективности функционирования КСА Государственной автоматизированной системы «Выборы». Приложение № 5 к Научно-техническому отчету «Совершенствование и доработка методического аппарата для оценки эффективности функционирования КСА ГАС „Выборы“» (п. 1.4 Календарного плана графика работ. Приложение № 1 к ДС № 01 от 23 декабря 2004 г. к Контракту № 55/2П от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2005.

2. Методика оценки вероятностно-временных характеристик комплексов средств автоматизации Государственной автоматизированной системы «Выборы». Приложение № 3 к Научно-техническому отчету «Совершенствование и доработка методического аппарата для оценки эффективности функционирования КСА ГАС „Выборы“» (п. 1.4 Календарного плана графика работ. Приложение № 1 к ДС № 01 от 23 декабря 2004 г. к Контракту № 55/2П от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2005.
3. Методика оценки надежности функционирования КСА ГАС «Выборы». Приложение № 1 к Научно-техническому отчету «Совершенствование и доработка методического аппарата для оценки эффективности функционирования КСА ГАС „Выборы“» (п. 1.4 Календарного плана графика работ. Приложение № 1 к ДС № 01 от 23 декабря 2004 г. к Контракту № 55/2П от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2005.
4. Методика оценки технического уровня КСА ГАС «Выборы». Приложение № 2 к Научно-техническому отчету «Совершенствование и доработка методического аппарата для оценки эффективности функционирования КСА ГАС „Выборы“» (п. 1.4 Календарного плана графика работ. Приложение № 1 к ДС № 01 от 23 декабря 2004 г. к Контракту № 55/2П от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2005.
5. Методика оценки уровня автоматизации деятельности избирательных комиссий при использовании средств Государственной автоматизированной системы «Выборы». Приложение № 4 к Научно-техническому отчету «Совершенствование и доработка методического аппарата для оценки эффективности функционирования КСА ГАС „Выборы“» (п. 1.4 Календарного плана графика работ. Приложение № 1 к ДС № 01 от 23 декабря 2004 г. к Контракту № 55/2П от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2005.
6. Методика оценки надежности ГАС «Выборы» в целом (включая подсистему связи и передачи данных) при подготовке и проведении выборов и референдумов всех уровней, в том числе и совмещенных (п. 1.6 Календарного плана графика работ. Приложение № 3 к ДС № 04 от 5 июля 2005 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2005.
7. Методика оценки эффективности функционирования ГАС «Выборы» в целом (п. 1.6 Календарного плана графика работ. Приложение № 3 к ДС № 04 от 5 июля 2005 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2005 г.
8. Исследование влияния ручных операций на функционирование подсистем ГАС «Выборы», исследование влияния человеческого фактора на функционирование подсистем (п. 1.4. Календарного плана работ. Приложение № 1 к ДС № 05 от 22 декабря 2005 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2006.
9. Оценка качества организационной составляющей функционирования ГАС «Выборы». Выработка предложений и рекомендаций по совершенствованию организационной составляющей функционирования ГАС «Выборы» (п. 1.8. Календарного плана работ. Приложение № 1 к ДС № 05 от 22 декабря 2005 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2006.
10. Основные положения методики оценки качества организационной составляющей функционирования ГАС «Выборы» (п. 1.7. Календарного плана работ.

- Приложение № 1 к ДС № 06 от 30 июня 2006 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2006.
11. Проведение анализа и оценка программного и информационного обеспечения ГАС «Выборы» (п. 1.3. Календарного плана работ. Приложение № 1 к ДС № 05 от 22 декабря 2005 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2006.
 12. Методика оценки качества информационного обеспечения ГАС «Выборы» (п. 1.3. Календарного плана работ. Приложение № 1 к ДС № 06 от 30 июня 2006 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2006.
 13. Научно-технический отчет «Эффективность электронного голосования». ИСА РАН, 2007.
 14. Анализ результатов научно-методологического сопровождения работ по электронному голосованию и информационному обеспечению подготовки и проведения выборов и референдумов в Российской Федерации с применением Государственной автоматизированной системы Российской Федерации «Выборы» в период с 2004 по 2008 г. (п. 1.7. Календарного плана работ. Приложение № 1 к ДС № 09 от 21 декабря 2007 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2008.
 15. Оценка надежности и эффективности функционирования ГАС «Выборы» на основании разработанных методик с использованием новых статистических данных. Формирование предложений по развитию ГАС «Выборы» (п. 1.3. Календарного плана работ. Приложение № 1 к ДС № 06 от 30 июня 2006 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2006.
 16. Сбор, обобщение и анализ данных (информации) о готовности ГАС «Выборы» к подготовке и проведению выборов депутатов ГД РФ, региональных выборов (п. 1.4 Календарного плана работ. Приложение № 1 к ДС № 07 от 22 декабря 2006 г. к Контракту № 55/2П-2004 от 8 октября 2004 г.). ИСА РАН, 2007.
 17. *Акимова Г. П., Соловьев А. В.* Методология оценки надежности иерархических информационных систем // Системный подход к управлению информацией: Труды ИСА РАН. М.: КомКнига/URSS, 2006. Т. 23. С. 18–47.