

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация.** В докладе представлены результаты моделирования процедуры экзаменов в высшем учебном заведении на основе адаптации методов статистического контроля в производственных условиях. Получены аналитические выражения для оперативных характеристик контроля для условий устного экзамена, тестового опроса и их комбинации. Численные результаты проанализированы с позиций устанавливаемого уровня достоверности их результатов и рациональной организации проведения.*

**Ключевые слова:** образовательные технологии; экзаменационные испытания; количественная мера; оценка результатов; оперативная характеристика; ошибки первого и второго рода

При традиционных и других формах организации учебного процесса в высших учебных заведениях устойчивой позитивной репутацией пользуются технологии экзаменационных испытаний. Они, как правило, рекомендуются различного рода образовательными стандартами, и имеют широкую практику применения в периоды сессии и при иных вариантах промежуточной и итоговой аттестации обучающихся. При этом и опытные и начинающие преподаватели пользуются наставлениями и опытом проведения экзаменов в предшествующие периоды, и не ставят перед собой задачи оценки объективных показателей организации и результатов своей работы. К настоящему времени известны попытки формализованного описания технологий экзаменационных испытаний, однако, они, как правило, не носили системного характера, и не нашли широкой практики использования в учебном процессе.

Разумеется, построение универсальной модели организации экзаменационных проверок с учетом психологических особенностей обучающихся, семантических компонент формирования экзаменационных заданий и получений ответов на такие задания при вербальном общении, представляет собой обширную и трудноразрешимую задачу. В то же время, для описания способов организации

экзаменов и проведенных количественных оценок их показателей с некоторыми допущениями, представляет интерес привлечения для этих целей положительного опыта статистических методов контроля в производственных условиях. При условии учета объективных факторов, учитывающих черты сходства между сравниваемыми процессами.

Прежде всего необходимо оценить какие вероятностные законы следует использовать с учетом особенностей организации экзаменационных испытаний в вышней школе. Применительно к статистическому контролю широкое распространение получили распределения: гипергеометрическое, биномиальное, Пуассона, нормальное, равномерное и др. [1].

Представляется, на основании сравнительного анализа, что наиболее подходящим для этих целей является гипергеометрическое распределение [1]. Результаты такого сравнения применительно к учебному процессу представлены в таблице 1.

Применим указанные соотношения к процедуре традиционного "устного" экзамена, по сути представляющего реализацию плана одноступенчатого выборочного контроля.

Таблица 1

Сравнение параметров распределения случайной величины при статистическом контроле и в учебном процессе		
Обозначение характеристик	Статистический контроль	Учебный процесс
N	Общий объем партии контролируемых изделий	Общее число тем (вопросов), выносимых на экзамен
D	Общее число бракованных изделий в контролируемой партии	Общее число тем (вопросов), не подготовленных обучающимся, для экзамена
n	Объем выборки изделий, привлекаемых для контроля	Количество тем (вопросов), включаемых в задание на экзамен
d	Объем бракованных изделий, обнаруженных в выборке	Количество не отвеченных тем (вопросов) в ходе экзамена
$P_{N,D,n}(X=d) = \frac{C_n^d * C_{N-n}^{D-d}}{C_N^n}$	Вероятность попадания "d" бракованных изделий в выборку объемом "n" из партии объемом "N", содержащей "D" бракованных изделий	Вероятность попадания "d" неверных ответов в задание объемом "n" из общего числа вопросов объемом "N", содержащих "D" неподготовленных ответов
$Q_{N,D,n}(0 \leq d \leq c)$	Вероятность приемки партии объемом "N", содержащей "D" дефектных изделий при попадании в выборку объемом "n" дефектных изделий $0 \leq d \leq c$ , где "c" - "приемочное" число	Вероятность сдачи экзамена при общем объеме "N", вопросов, содержащем "D" неподготовленных вопросов, при попадании в задание объемом "n" вопросов неправильных ответов $0 \leq d \leq c$

При его подготовке преподаватель решает несколько организационных вопросов:

- сколько вопросов "N" включить в экзаменационные билеты?
- сколько вопросов "n" включить в один экзаменационный билет?
- какое назначить "приемочное" число "c" для получения положительной оценки за экзамен?

В качестве количественной меры уровня реализации экзамена можно использовать понятие "оперативной характеристики" плана выборочного контроля [1], вычисляемой по формуле:

$$Q_{N,D,n}(0 \leq d \leq c) = P_{N,D,d}(d=0) + \dots + P_{N,D,d}(d=c) = \sum_{d=0}^c P_{N,D,n}(X=d), \quad (1)$$

характеристики которой приведены в нижней строке таблицы 1.

Разумеется, построенная модель не учитывает несколько обстоятельств:

- степень подготовленности по каждому вопросу может быть как полной, так и частичной;
- не дает дифференцированной оценки: "отлично", "хорошо" и т.д.

– не учитывает семантической содержательности фраз, используемых для формирования экзаменационных вопросов;

Вместе с тем на ее основе можно получить ряд конкретных рекомендаций. Так при подготовке "устного" экзамена по билетам на основании результатов численных оценок (1) для разных количеств экзаменационных вопросов (25, 50) для повышения достоверности можно рекомендовать: уменьшение общего числа экзаменационных вопросов, увеличение числа вопросов, включаемых в билет и понижение "приемочного" числа до минимально возможного из помещаемых в билет.

В качестве примера можно рассмотреть применение представленной модели по отношению к процедуре тестового опроса. По сути это формирование того же плана одноступенчатого контроля, но с другими числовыми характеристиками:

- количество вопросов "N", используемых для формирования тестов?
- количество вопросов "n", используемых для формирования тестового билета?
- выбор "порогового" значения ("приемочного" числа), обеспечивающего прохождение тестового опроса при заданном уровне достоверности;

В результате анализа численных результатов и в этом случае можно дать такие же рекомендации как и случае "устного" экзамена.

В последнее время для проведения экзаменационных испытаний все чаще привлекаются смешанные формы многоступенчатых процедур, объединяющих возможности "устных" и тестовых форм [1]. Количественная оценка оперативной характеристики в этом случае осуществляется по выражению:

$$Q_{N1, N2, D1, D2, n1, n2} = \sum_{k=0}^{c1} P_{N1, D1, n1}(X=k) + \sum_{k=c1+1}^{c2} \left[ P_{N1, D1, n1}(X=k) \times \sum_{l=0}^{c2-k} P_{N2, D2, n2}(X=l) \right], \quad (2)$$

где: n1 и n2, c1 и c2, соответственно объемы первой и второй выборок и их приемочные числа.

Как показали результаты численных оценок по (2) характеристики двухступенчатых процедур оказываются выше характеристик одноступенчатых при сопоставимых условиях проведения экзаменов. Это можно считать теоретическим обоснованием применения многоступенчатых экзаменационных испытаний, обеспечивающих повышение достоверности их результатов при сохранении приемлемой трудоемкости подготовки и проведения.

В докладе представлены результаты моделирования процессов организации экзаменационных опросов на основе идеологии статистических методов контроля. На основе численных оценок количественных характеристик модели даны рекомендации по организации для распространенных разновидностей экзаменов:

- «устных» экзаменов;
- тестовых опросов;
- комбинированных многоступенчатых операций контроля.

Результаты работы в виде аналитических выражений и примеров численных оценок могут быть полезны для начинающих преподавателей, совершенствующих свою педагогическую деятельность.

#### Список литературы:

1. Аббакумов К.Е. Статистические основы организации и измерений в неразрушающем контроле./ СПб.: изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2012.

K. E. Abbakumov, A. V. Vagin, A. A. Vjuginova, I. G. Sidorenko

A quantitative model for determining of examination tests performances in a higher education organization

*Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia*

**Abstract.** The report presents the results of examination procedure modeling in a higher education organization based on the adaptation of statistical control methods used in industry. Analytical expressions for the operational characteristics of control for the conditions of an oral exam, a test survey and their combination are obtained. Numerical results are analyzed in accordance with the established level of results reliability and the rational organization of the procedure.

**Keywords:** Educational technologies; examination; quantitative measure; results evaluation; operational characteristics; errors of the first and second kind