

УДК 519.248

ББК 73.8

**Карты контроля качества: оценка успеваемости обучающихся  
с использованием контрольных карт по количественному признаку  
(X-bar и S-карты)**

**Капитанчук Василий Вячеславович**

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информатики  
ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени  
Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»

**Шубович Валерий Геннадьевич**

доктор педагогических наук, кандидат технических наук, профессор  
кафедры информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный  
педагогический университет имени И.Н. Ульянова»

**Хуснетдинова Динара Вагизовна**

курсант группы УК-14-1 ФГБОУ ВО «Ульяновский институт  
гражданской авиации имени Главного маршала авиации  
Б.П. Бугаева»

г. Ульяновск, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются предложения по использованию методов карт контроля качества для оценки успеваемости обучающихся конкретной группы. Проведён анализ оценок с использованием специальных утилит, осуществлён анализ изменчивости для X-bar и S- карт.

**Ключевые слова:** мониторинг, анализ, успеваемость, X-bar и S-карты, выбросы.

**Введение**

В настоящее время система образования России характеризуется

длительным периодом преобразований, определёнными попытками разработки и внедрения наукоёмких технологий в образовательный процесс. Подобные явления, имевшие место до и после распада СССР, к сожалению, до сих пор оказывают негативное влияние, приводящие к снижению качества российского образования в целом. Одним из результатов процессов является значительное снижение уровня успеваемости обучающихся. Уровень знаний обучающихся, как продукт процесса обучения, измеряется оценкой успеваемости полученной обучающимися во время сдачи зачётов и экзаменов в период сессии.

Известно, что на основные характеристики «хорошей» - «плохой» успеваемости обучающихся влияют следующие факторы: состав учебной группы, изучаемая дисциплина, преподаватель, а, возможно, и расписание занятий и экзаменов. Подобное количество факторов значительно усложняет задачу анализа успеваемости обучающихся.

Цель исследования является разработка методики для выявления оценки качества учебного процесса, базирующейся на анализе успеваемости обучающихся с использованием контрольных карт Шухарта, позволяющих дать оценки статистической устойчивости процесса обучения и определить возможности данного процесса удовлетворять установленным требованиям. [4]

В данной работе для диагностики эффективности учебного процесса были проанализированы результаты сессии - экзаменационные оценки обучающихся одной из групп специальности «Обеспечение авиационной безопасности» ФГБОУ ВО «Ульяновского института гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева».

В исследовании делается попытка анализа и обоснования основных факторов, влияющих на уровень успеваемости группы по результатам экзаменационной сессии.

### **Инструменты анализа успеваемости группы**

Для определения эффективности учебного процесса была

использована сводная ведомость успеваемости обучающихся группы 1 по пяти дисциплинам: 1, 2, 3, 4, 5, выносимых на экзаменационную сессию. При анализе успеваемости группы следует учитывать, что оценки от 3 и выше считаются положительными.

Инструментом оценки эффективности учебного процесса является контрольная карта Шухарта, которая, кроме того, позволяет принять решение о необходимости проведения корректирующих мероприятий [3].

Для анализа успеваемости можно применить несколько контрольных карт Шухарта, например, такие как: карты среднего ( $\bar{X}$ ) и размахов ( $R$ ) или выборочных стандартных отклонений ( $S$ ). Необходимо использовать  $\bar{X}$ -bar и  $S$ -карты, т.к. они применяются для описания разброса (внутренней изменчивости) значений изучаемого показателя качества внутри выборок, если объём выборки  $n=12$  единиц и более, а в нашем случае  $n=22$  (22 обучающихся) [3]. Так как в нашем примере стандартные значения величины  $X_0$  и  $\sigma_0$  не заданы, используем следующие формулы для расчёта контрольных границ:

Для  $\bar{X}$ -карты для  $n = 5$  из Таблицы 2 «Коэффициенты для вычисления линий контрольных карт» [1] найдём  $A_3 = 1,427$  и  $\bar{S} = 0,72$ . Тогда, контрольные границы для среднего будут равны:

$$НКП = \bar{x} - A_3 \bar{S} = 3,71 - 1,427 \times 0,72 = 2,683$$

$$ВКП = \bar{x} + A_3 \bar{S} = 3,71 + 1,427 \times 0,72 = 4,737$$

Для  $S$ -карты из таблицы 2 «Коэффициенты для вычисления линий контрольных карт» [1] найдём для  $n = 5$   $B_3=0$  и  $B_4=2,089$ ,  $\bar{S} = 0,72$ , тогда, контрольные границы будут равны:

$$НКП = B_3 \bar{S} = 0$$

$$ВКП = B_4 \bar{S} = 2,089 \cdot 0,72 = 1,5$$

Расчёт параметров контрольных карт осуществлялся в соответствии с ISO 8258-91. В Таблице 1 представлены их результаты расчетов.

Таблица 1

## Результаты расчетов для построения контрольной карты

N	Выборочные значение $X_i$					Статистики			
	X1	X2	X3	X4	X5	$X_i sr$	Ri	$Si^2$	Si
1	5	4	4	4	3	4	2	0,5	0,7071
2	5	5	5	5	5	5	0	0	0
3	5	5	5	5	5	5	0	0	0
4	4	3	3	3	3	3,2	1	0,2	0,4472
5	4	3	3	0	3	2,6	4	2,3	1,5166
6	3	3	3	0	3	2,4	3	1,8	1,3416
7	5	5	5	5	5	5	5	0	0
8	5	4	4	4	4	4,2	1	0,2	0,4472
9	5	3	4	4	4	4	2	0,5	0,7071
10	4	4	4	3	4	3,8	1	0,2	0,4472
11	4	4	4	3	4	3,8	1	0,2	0,4472
12	4	3	3	0	3	2,6	4	2,3	1,5166
13	4	3	3	3	3	3,2	1	0,2	0,4472
14	5	4	4	3	4	4	2	0,5	0,7071
15	4	0	3	0	0	1,4	4	3,8	1,9494

где X1, X2, X3, X4, X5 – дисциплины (выборочные значения), выносимые на экзамен,  $X_i sr$  – среднее значение выборочных значений, Ri – размах, Si и  $Si^2$  – стандартное отклонение и стандартное отклонение в квадрате.

### Анализ контрольной карты

Рассмотрим применение анализа контрольных карт на примере исследования успеваемости группы 1. Исходные данные для анализа содержат результаты по  $22 \cdot 5 = 110$  возможностям. В отношении каждой дисциплины число возможностей постоянно и равно числу обучающихся в группе, т.е. объем выборки равен 110, так как каждый обучающийся в отношении одной дисциплины получает только одну возможность для сдачи экзамена. Эти данные предварительно были обработаны в системе Statistica (рис.1).

#### 1. Обработка данных в программе Statistica

Открыть файл и выбрать Excel файл → Импортировать выбранный лист в Таблицу данных → Выбрать Лист для импорта → Открыть файл Excel.

В первом столбце ( $V$ ) представлены номера обучающихся по порядку (номер выборки), во втором — номер данных в выборке и в третьем – показатель качества группы 1 (оценки).

	1 $V$	2 $N$	3 $L$	
1	1	1	1	5
2	1	2	2	4
3	1	3	3	4
4	1	4	4	4
5	1	5	5	3
6	2	1	1	5
7	2	2	2	5
8	2	3	3	5
9	2	4	4	5
10	2	5	5	5
11	3	1	1	5
12	3	2	2	5
13	3	3	3	5
14	3	4	4	5
15	3	5	5	5
16	4	1	1	4
17	4	2	2	3
18	4	3	3	3
19	4	4	4	3
20	4	5	5	3
21	5	1	1	4
22	5	2	2	3
23	5	3	3	3
24	5	4	4	0

Рисунок 1 – Фрагмент исходной таблицы

## 2. Анализ $\bar{X}$ -bar и $S$ карты.

Выбор команды «Карты контроля качества» в меню «Анализ» → Выбор вкладки «Изменчивость» → Выбор подпункта  $\bar{X}$ -bar и  $S$ -карты для контроля изменчивости → Выбор пункта «На вход подаются исходные данные» → Выбор опции «Переменные» → Справа указывается имя переменной с объёмами выборок; слева — показатель качества (оценки).

Анализ полученных данных проведём с использованием  $\bar{X}$  и  $S$ -карты с общими контрольными границами. Контрольная карта  $\bar{X}$ - $S$  построенная с помощью программы Statistica, представлена на рисунке 2.

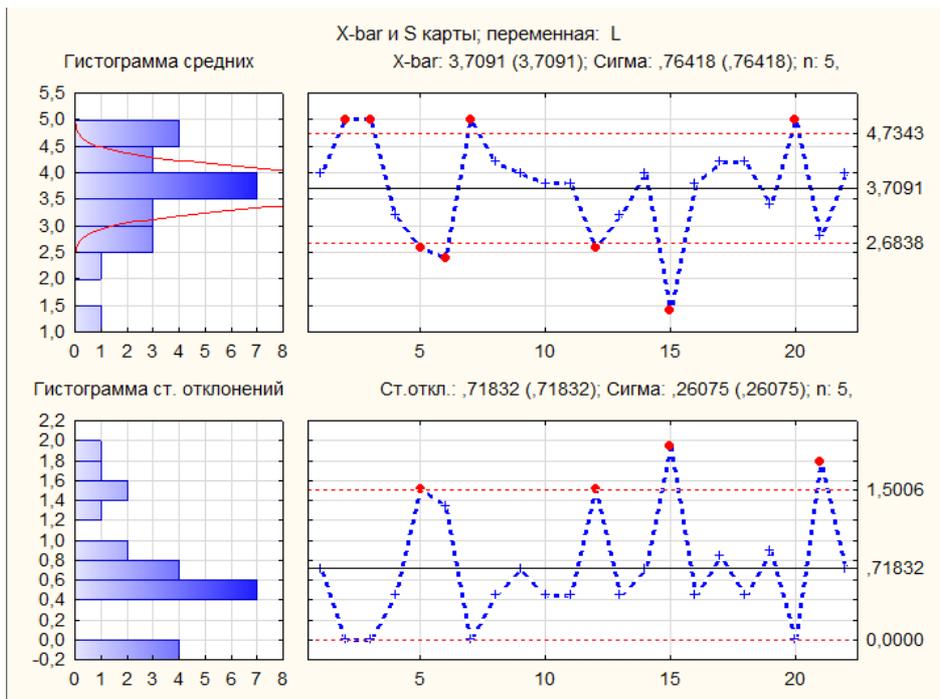


Рисунок 2 – Контрольная карта X-S успеваемости обучающихся группы 1

### 3. Критерии серий.

Выбор опции «Опции X-карты» → выбрать «Настройки критериев серий» → Нажать «ОК (критерии)» → Отметить пункт «Вычислить критерии для R/S карт».

Далее необходимо выявить критерии серий (рисунок 3, 4), для того, чтобы отобразить расположение средних относительно трёх зон – А, В, С.

		L ; Критерии серий X-вар карта Центр: 3,709091 Сигма: 0,341752	
Зоны A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Сигма Критерии против альтернатив спец. вида		от выборки	до выборки
<b>9 точек по одну сторону от центра</b>		ОК	ОК
6 точек в возр./уменьш. ряду		ОК	ОК
14 точек в "шахматном порядке"		ОК	ОК
2 из 3 точек в зоне А или вне ее		1	3
		4	6
4 из 5 точек в зоне В или вне ее		ОК	ОК
15 точек в зоне С		ОК	ОК
8 точек вне зоны С		ОК	ОК

Рисунок 3 – Критерии серий для X-вар карты

Зоны A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Сигма Критерии против альтернатив спец. вида	L ; Критерии серий S карта Центр: 0,718319 Сигма: 0,260749	
	от выборки	до выборки
9 точек по одну сторону от центра	ОК	ОК
6 точек в возр./уменьш. ряду	ОК	ОК
14 точек в "шахматном порядке"	ОК	ОК
2 из 3 точек в зоне А или вне ее	1	3
	4	6
4 из 5 точек в зоне В или вне ее	7	11
15 точек в зоне С	ОК	ОК
8 точек вне зоны С	ОК	ОК

Рисунок 4 – Критерии серий для S - карты

#### 4. Выбросы.

Выбрать опцию «Выбросы» → Получение отображения количества выбросов для X и S-карт.

После этого необходимо определить выбросы для отображения выборок, у которых средние  $\bar{X}_i$  и стандартное отклонение вышли за пределы контрольных границ (рисунок 5, 6).

Число выбросов: Set 0 (Default Set) L; X-bar; Среднее процесса: 3,709091; Сигма: 0,764181 Стандарт; Среднее: 3,709091; Сигма: 0,764181		
Тип выброса	Число выбросов	% всех выборок
< НКП	4	18,18182
> ВКП	4	18,18182
Всего	8	36,36364

Рисунок 5 – Фрагмент числа выбросов X-bar карты

Число выбросов: Set 0 (Default Set) L; S-карта; Среднее ст.откл.: 0,718319; Сигма: 0,260749 Стандарт; Ст.откл.: 0,718319; Сигма: 0,260749		
Тип выброса	Число выбросов	% всех выборок
< НКП	0	0,00000
> ВКП	4	18,18182
Всего	4	18,18182

Рисунок 6 – Фрагмент числа выбросов S карты

#### 5. Вычисление критериев серий и отметка выбросов на графиках.

Переход на вкладку Опции X-карты (такая же настройка для Опции S-карты) → выбрать опцию «Предупреждающие линии» → ОК → выбрать опцию «Сервис» → выбрать опцию «Вычислить критерий серий» ( и отметить «выбросы») → ОК.

«Выбросы» также можно отобразить на X-карте и на S-карте (рисунок 7, 8).

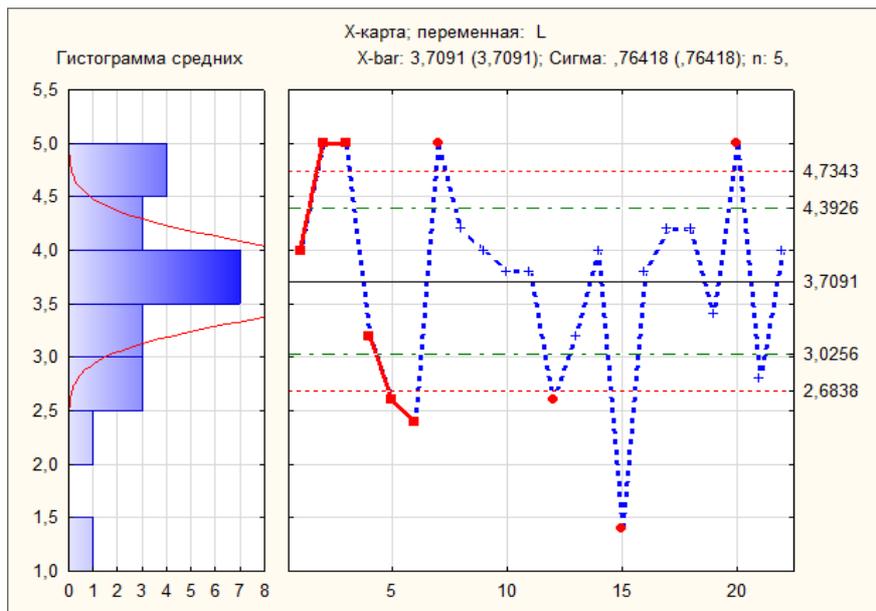


Рисунок 7 – Карта выбросов X-карты

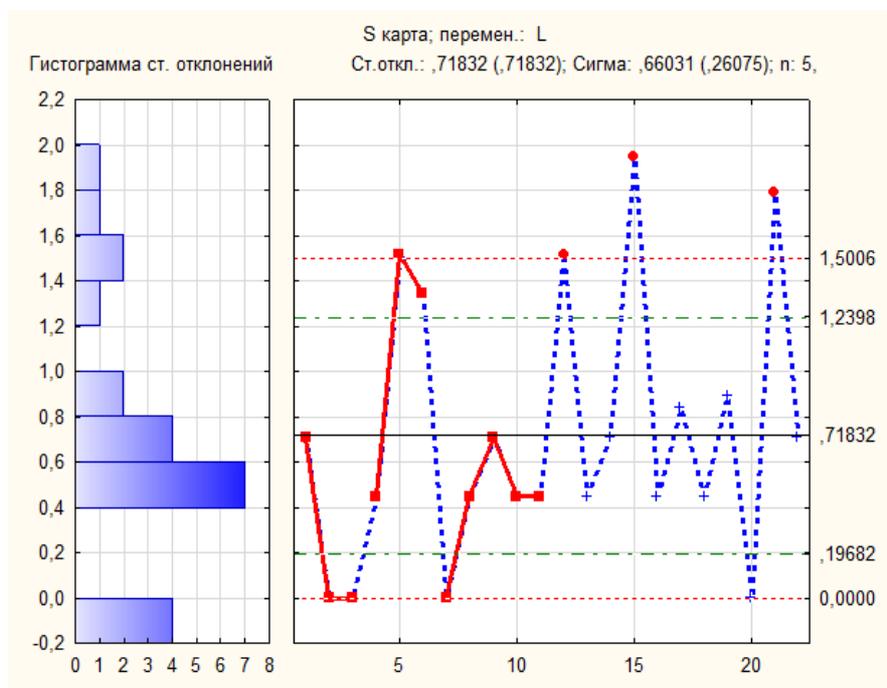


Рисунок 8 – Карта выбросов S-карты

#### 6. Предупреждения о потере качества.

Выбрать «Предупреждения о потере качества» → Появление таблицы.

Отобразить таблицу (см. рис.9), в столбцах которой отображены номера выборок, для которых значения средних признака вышли за нижние и верхние контрольные пределы или нижние и верхние предупреждающие линии (НПЛ/ВПЛ).

(В таблице показаны все потенциальные тревоги)

Выборка	Номер выборки:	Вне НКП/ВКП не проверялись	Вне НПЛ/ВПЛ не применим	Нарушения серий не проверялись	Вне спецификаций не проверялись
1	1				да
2	2	X-bar карта			да
3	3	X-bar карта		X-bar карта	да
5	5	X-bar карта; S карта			да
6	6	X-bar карта		X-bar карта	да
7	7	X-bar карта			да
8	8				да
9	9				да
12	12	X-bar карта; S карта			да
14	14				да
15	15	X-bar карта; S карта			да
17	17				да
18	18				да
19	19				да
20	20	X-bar карта			да
21	21	S карта			да
22	22				да

Рисунок 9 – Предупреждения о возможности потери качества

Исходя из полученных результатов, следует сделать вывод, что карта числа успеваемости на одну возможность по группе свидетельствует о том, что не вся группа сдала сессию, поскольку только 14 точек на контрольной карте лежат между контрольными границами (нарушений контрольных границ нет), а остальные лежат за ее пределами (обучающиеся под номерами 2, 3, 5, 6, 7, 12, 15, 20). Видимые колебания в расположении точек обусловлены случайными причинами. Средний уровень неуспеваемости составляет 0,045 неуспеваемости на одну возможность или 5 неуспеваемости на 110 возможностей. Среди группы есть лучшие обучающиеся (номера 2, 3, 7, 20), и те, чья успеваемость не является удовлетворительной (обучающиеся под номерами 5, 6, 12, 15). Следовательно, необходимо внедрить корректирующие и предупреждающие мероприятия в образовательный процесс, направленные на повышение его качества.

Карта числа успеваемости на одну возможность по дисциплинам свидетельствует о том, что есть одна дисциплина, резко выделяющаяся на общем фоне числом неуспеваемости. Это дисциплина под номером 4. Расположение других 4 точек даёт основание предполагать, что остальные дисциплины по числу успеваемости составляют единую систему.

## **Выводы**

Сравнение результатов проведенного анализа эффективности образовательного процесса по результатам сессии методами контрольных карт (X-bar и S-карт) позволило сделать вывод о возможности использования указанных карт для анализа успеваемости обучающихся не только на кафедрах, но и в масштабах учебного заведения.

По результатам анализа можно сделать следующие заключения [4]:

1. Результаты успеваемости обучающихся группы 1 статистически неоднородны, т.е. не все обучающиеся группы сдали экзамены с одинаковым уровнем успешности.

2. Средняя успешность прохождения аттестации составляет 95,4 %, т.е. в среднем примерно почти все пять дисциплин сданы успешно.

3. Среди дисциплин по результатам успеваемости на общем фоне резко выделяется дисциплина под номером 4, где число неуспеваемости по этой дисциплине в несколько раз больше чем по другим.

Для повышения успешности успеваемости необходимо провести следующие корректирующие мероприятия:

1. Проанализировать посещаемость занятий обучающимися;
2. Провести личную беседу с обучаемыми с целью определения причин неудовлетворительной учёбы;
3. Провести совещание кафедры с участием обучающихся;
4. Определить с преподавателями кафедры возможности и сроки проведения дополнительных консультаций для исправления оценок;
5. Принять меры по изменению результативности успеваемости по всем дисциплинам с целью повышения общей успешности успеваемости обучающихся (на 10–15 %).

## **Список использованных источников**

1. ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта (ИСО 8258-91) Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 36 с
2. ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011. Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы. М.: Стандартиформ, 2012. 20 с
3. С.И. Солонин Метод контрольных карт учебное пособие: [Электронное текстовое издание] / С.И. Солонин; М-во образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург, ЦНОТ ИТОО УрФУ, 2014. – 213 с.
4. А.И. Момот, Е.В. Мирошниченко. Диагностика качества управления деятельности процессов [Электронный ресурс] 8 стр.
5. Капитанчук В.В., Карпунина И.Н., Федорова М.К. Статистический контроль стабильности температурного режима компьютера: Научная статья [Электронный ресурс] Научный вестник УВАУ ГА(И), 2016.
6. А.А. Халафян. Промышленная статистика: Контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA: Учебное пособие. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 382 с.

©В.В. Капитанчук, В.Г. Шубович, Д.В. Хуснетдинова, 2017