

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 σ_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 <i>V</i>	2 <i>N</i>	3 <i>L</i>	
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 *X-bar* и *S* карты.

Выбор команды «Карты контроля качества» в меню «Анализ» → Выбор вкладки «Изменчивость» → Выбор подпункта *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 *X* и *S*-карты с общими контрольными границами. Контрольная карта *X-S* построенная с помощью программы Statistica, представлена на рисунке 2.

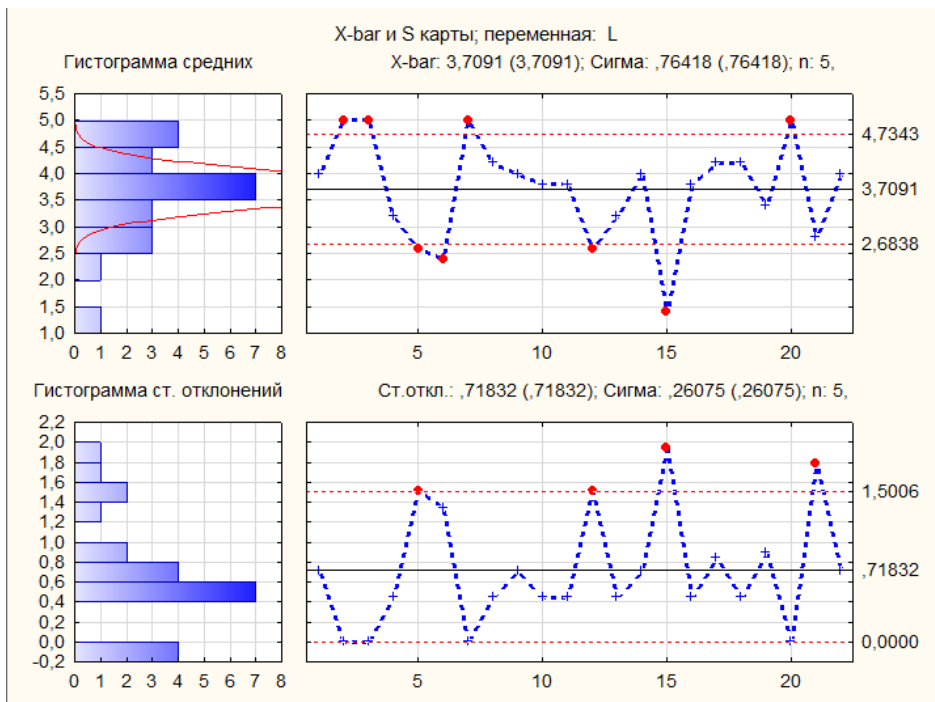


Рисунок 2 – Контрольная карта X-S успеваемости обучающихся группы 1

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-bar 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
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		ОК	ОК
15 точек в зоне С		ОК	ОК
8 точек вне зоны С		ОК	ОК

Рисунок 3 – Критерии серий для X-bar 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).

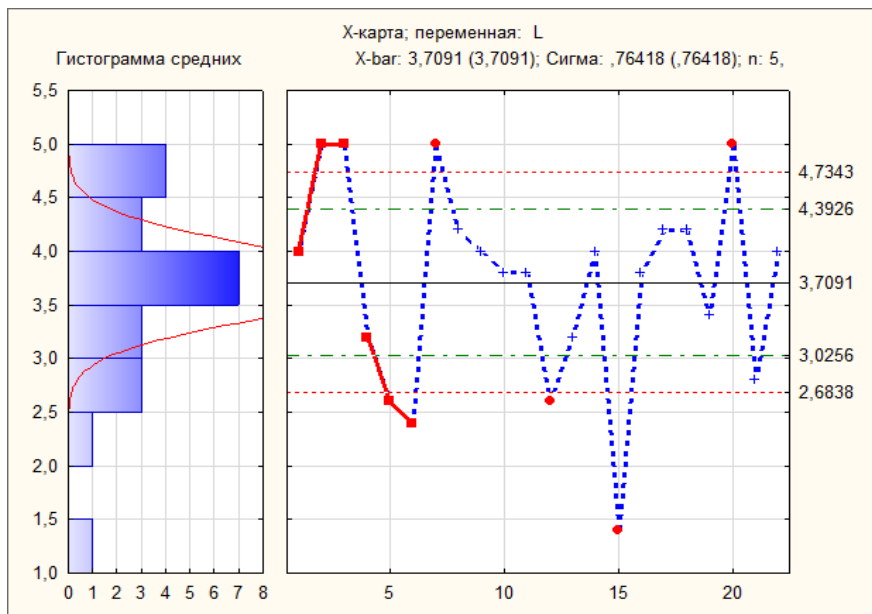


Рисунок 7 – Карта выбросов X-карты

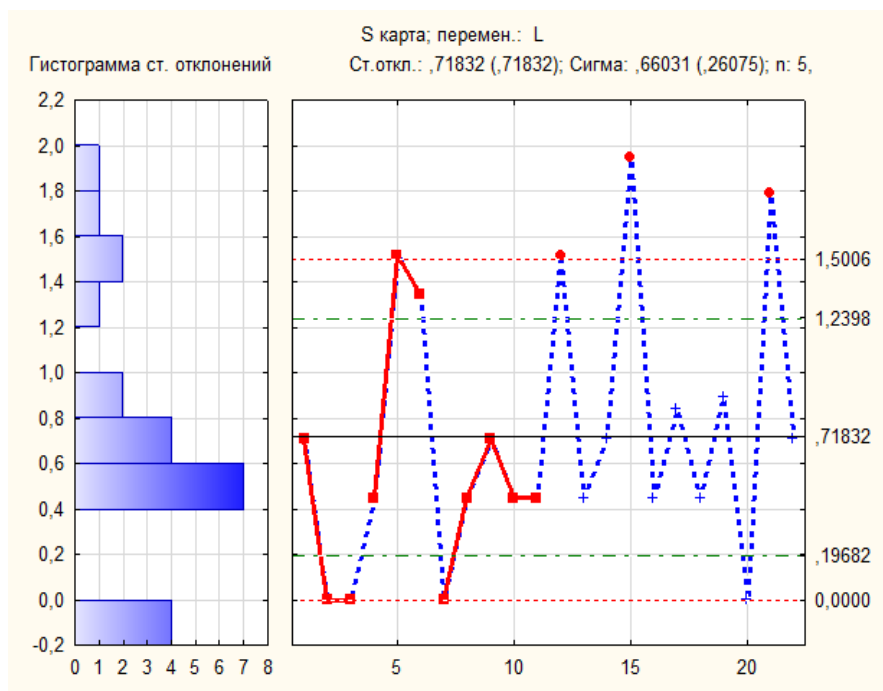


Рисунок 8 – Карта выбросов S-карты

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