

Горяйнова Анастасия Олеговна

студентка

Русин Александр Петрович

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Донской государственной
технической университет»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ

Аннотация: в данной статье рассматривается использование метода контрольных карт Шухарта для анализа промежуточной аттестации студенческих групп и приводятся рекомендации по управлению учебным процессом.

Ключевые слова: контрольные карты Шухарта, статистический анализ, альтернативные данные, промежуточная аттестация студентов.

В настоящее время предупреждение потерь, позволяющее избежать производства непригодной продукции более эффективно по сравнению с бытовавшей стратегией исключения брака по результатам контроля, что сопряжено с неизбежными переделками, увеличением себестоимости и трудоёмкости. Самым эффективным инструментом такого предупреждения являются контрольные карты. Для его реализации требуется наличие постоянной информации о состоянии процесса, своевременного её анализа и, если это необходимо, корректирующих действий по отношению к процессам, а не к готовой продукции.

Введённые во многих вуза промежуточные аттестации (рейтинги) призваны быть источниками такой информации о состоянии учебного процесса. Возможный вариант их применения и анализа предлагается в данной работе.

В соответствии с принятой классификацией контрольные карты подразделяются на два вида: количественные и альтернативные [1], каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками. Несомненно, большей информативностью обладают контрольные карты по количественным признакам,

однако для их построения требуется точный мерительный инструмент, высокая квалификация персонала, значительные временные затраты, т.к. они стоятся и анализируются всегда в паре, трудоёмкие расчёты и т. д. Альтернативные данные менее информативны, но могут быть получены быстро и дешево, для их сбора не требуется специального обучения. В учебном процессе используется, как правило, многобалльная шкала, призванная учитывать мизерные нюансы различий в подготовке обучающихся, а в этих условиях количественная оценка весьма сложна. Поэтому для анализа качества промежуточной подготовки целесообразно воспользоваться альтернативными контрольными картами.

Альтернативные данные представляют собой наблюдения, в которых фиксируется наличие или отсутствие определенных характеристик (или признаков) у каждой единицы продукции, входящей в рассматриваемую партию или выборку. На основе этих данных производится подсчет числа единиц продукции, обладающих изучаемым признаком, или число таких признаков для единицы продукции, выборки или партии.

Для альтернативных данных используют следующие типы контрольных карт:

np – число несоответствующих единиц (продукции, результатов), обнаруженных в выборке объема n . Несоответствующей (требованиям) единицей называется продукция или результат, имеющие хотя бы одно несоответствие;

p – доля несоответствующих единиц (продукции, результатов). Определяется как отношение числа обнаруженных несоответствующих единиц np , к общему числу n проверенных единиц продукции в составе выборки. Величина p может выражаться в долях или процентах;

c – число несоответствий, обнаруженное при проверке выборки объема n ;

u – число несоответствий на единицу (продукции, результатов) в выборке объема n . Величина u может рассчитываться на единицу или 100 единиц продукции.

Выбор контрольной карты осуществляется согласно алгоритму, представленному на рис. 1.

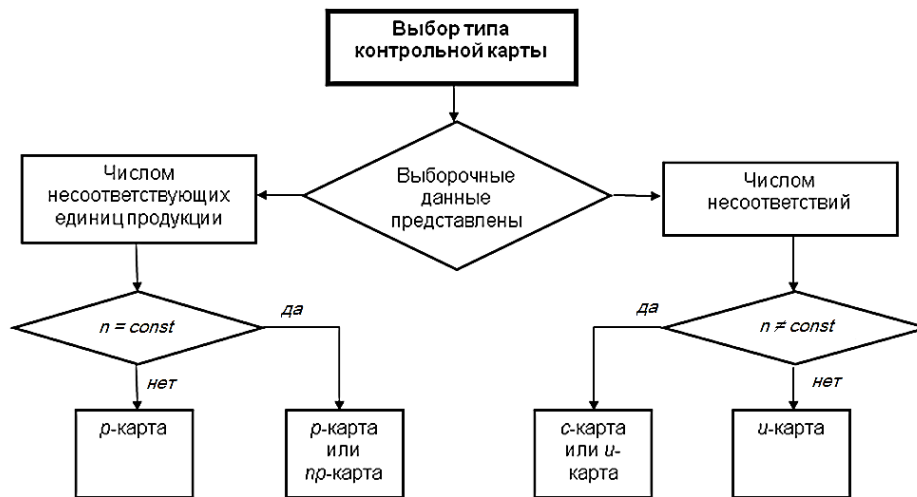


Рис. 1. Алгоритм выбора контрольной карты по альтернативным признакам

При использовании простых контрольных карт по альтернативному признаку можно проводить как анализ причин выхода точек за границы регулирования, так и анализ серий точек.

Наличие одной или большего числа точек за контрольной границей свидетельствует о нестабильности в этой точке. Так как появление точек при стабильном процессе за пределами границ регулирования происходит довольно редко, то такая ситуация сигнализирует о влиянии на данное значение особой причины.

Анализ серии точек проводится при достаточно большом количестве несоответствующих единиц (> 4). Примерно одинаковое число точек должно попадать по обе стороны средней доли несоответствующих единиц продукции. Каждый из следующих ниже признаков может быть признаком того, что начался сдвиг или тренд:

- 1) 7 точек подряд по одну сторону от среднего;
- 2) 7 точек подряд устойчиво возрастают (равны или больше предыдущей) или устойчиво убывают.

Обычно для статистически стабильного процесса при наличии только обычных причин изменчивости и достаточно больших количествах несоответствующих единиц продукции около $2/3$ точек данных должны лежать в пределах средней трети поля между границами регулирования, около $1/3$ точек данных должны

лежать во внешних двух третях поля между границами регулирования, около 1/20 должны лежать относительно близко к контрольным границам.

Если существенно больше 2/3 точек лежат близко к среднему (более 90% в средней трети поля), то это может означать:

- 1) контрольные границы неверно рассчитаны или точки неверно нанесены;
- 2) процесс или метод формирования выборки расслаиваются: каждая выборка систематически содержит результаты двух или большего количества потоков процесса, имеющих довольно разные средние уровни;
- 3) данные были отредактированы (значения, слишком отличающиеся от среднего, были изменены или исключены).

Если существенно меньше 2/3 точек лежат близко к среднему (менее 40% в средней трети поля), то это может означать:

- 1) контрольные границы неверно рассчитаны или точки неверно нанесены;
- 2) процесс или метод формирования выборки расслаиваются: каждая выборка систематически содержит результаты двух или большего количества потоков процесса, имеющих довольно разные средние уровни.

Результаты аттестации 6-ти студенческих групп 1-го курса по 7-ми дисциплинам представлены в табл. 1. Требуется провести анализ результатов аттестации с использованием метода контрольных карт.

Таблица 1

Результаты аттестации студентов 1-го курса

Группа		Число студентов, не прошедших аттестацию в группе по каждой дисциплине (1–7)							
№ и обозн. группы	Общее число студентов в группе	1 математика	2 история	3 физика	4 химия	5 информатика	6 психология	7 ин. язык	Σ
1. ППп	20	8	11	6	6	4	0	3	38
2. ПСп	21	8	5	7	8	0	3	4	35
3. ПС	23	11	10	9	3	6	2	5	46
4. ПУп	19	6	8	0	6	2	4	6	32
5. ПСМ	25	1	7	0	4	0	0	8	20

6. ПП	20	7	8	3	6	1	2	1	28
Σ	128	41	49	25	33	13	11	27	199

Приведенные данные представляют собой число не состоявшихся аттестаций по дисциплинам в каждой группе студентов. Требуется выполнить анализ общей ситуации, как среди студенческих групп, так и среди отдельных дисциплин.

Число не состоявшихся аттестаций можно рассматривать как число несоответствий и подсчитать их сумму по каждой группе и по каждой дисциплине.

Выбор контрольной карты осуществляется согласно алгоритму, представленному на рисунке 1.

Во всех группах для прохождения аттестации было свое число возможностей, которое определяется произведением числа студентов на число дисциплин. Так для группы №1 это $20 \times 7 = 140$ возможностей, для группы №2 это $21 \times 7 = 147$ и т. д. Число возможностей в данной ситуации рассматривается как объем выборки, и этот объем не постоянный. Поскольку число возможностей в каждой группе различное, то для анализа аттестации по группам можно использовать согласно схеме рис. 1 контрольную карту числа несоответствий на единицу продукции, т.е. *u*-карту.

В отношении каждой дисциплины число возможностей постоянно и равно общему числу студентов во всех группах, т.е. объем выборки равен 128, так как каждый студент в отношении одной дисциплины получает только одну возможность для аттестации. Поскольку объем выборки постоянный, то для анализа данных по дисциплинам может быть применена как контрольная карта суммарного числа несоответствий (*c*-карта), так и контрольная карта числа несоответствий на единицу продукции (*u*-карта).

Дополним табл. 1 данными о суммарном числе несоответствий и числе возможностей (табл. 2).

Исходные данные для анализа и их первичная обработка

Общее число студентов в группе		Число не аттестованных студентов в каждой группе по дисциплинам							Суммарное число не аттестованных студентов c	Число возможностей n
		1	2	3	4	5	6	7		
ППп	20	8	11	6	6	4	0	3	38	140
ПСп	21	8	5	7	8	0	3	4	35	147
ПС	23	11	10	9	3	6	2	5	46	161
ПУп	19	6	8	0	6	2	4	6	32	133
ПСМ	25	1	7	0	4	0	0	8	20	175
ПП	20	7	8	3	6	1	2	1	28	140
Σ	128	41	49	25	33	13	11	27	199	896

Анализ полученных данных проведем с использованием u -карты. Сначала проведем анализ по отдельным группам, а затем по дисциплинам. Необходимые статистические характеристики для построения контрольных карт приведены в табл. 3 и 4.

Поскольку численность студентов в группах и, следовательно, число возможностей в каждой группе различаются незначительно, то при анализе данных по группам будем использовать общие для всех групп контрольные границы. При расчете будем использовать среднее значение числа возможностей $\bar{n} = 896/6 = 149$. Наибольшее и наименьшее число возможностей в группах соответственно равны 175 и 133, что соответствует отклонениям от среднего значения в $100 \times (175 - 149) / 149 = 14\%$ и $100 \times (149 - 133) / 149 = 11\%$. Подобные отклонения, несмотря на различное число возможностей (разные объемы выборок) допускают использование общих контрольных границ

Таблица 3

Определение статистических характеристик u -карты по группам

Группа №	1	2	3	4	5	6	Σ
n	140	147	161	133	175	140	896
\bar{n}	$\bar{n} = 896/6 = 149,3$						
c	38	35	46	32	20	28	199
u	0,27	0,24	0,28	0,24	0,11	0,2	
$CL_U = \bar{u}$	$\bar{u} = \frac{1}{6} \sum u_i = 0,223$						

$\sigma_u = \sqrt{\bar{u}/n}$	$\sigma_u = \sqrt{0,223/6} = 0,014$	
$UCL_U = \bar{u} + 3\sigma_u$	$UCL_U = 0,223 + 3 \times 0,014 = 0,265$	
$LCL_U = \bar{u} - 3\sigma_u$	$LCL_U = 0,223 - 3 \times 0,014 = 0,181$	

Таблица 4

 Определение статистических характеристик u – карты по дисциплинам

Дисциплина	1	2	3	4	5	6	7	Σ
n	128	128	128	128	128	128	128	896
c	41	49	25	33	13	11	27	199
u	0,32	0,38	0,19	0,26	0,10	0,09	0,21	
$CL_U = \bar{u}$	$CL_U = 199/896 = 0,221$							
$\sigma_u = \sqrt{\bar{u}/n}$	$\sigma_u = \sqrt{0,221/896} = 0,041$							
$UCL_U = \bar{u} + 3\sigma_u$	$UCL_U = 0,221 + 3 \times 0,041 = 0,344$							
$LCL_U = \bar{u} - 3\sigma_u$	$LCL_U = 0,221 - 3 \times 0,041 = -0,098 = 0$							

Используя данные табл. 3 и 4 строим две контрольные карты:

– u -карту числа не аттестаций на одну возможность по группам (рис. 2);

– u -карту числа не аттестаций на одну возможность по дисциплинам (рис. 3).

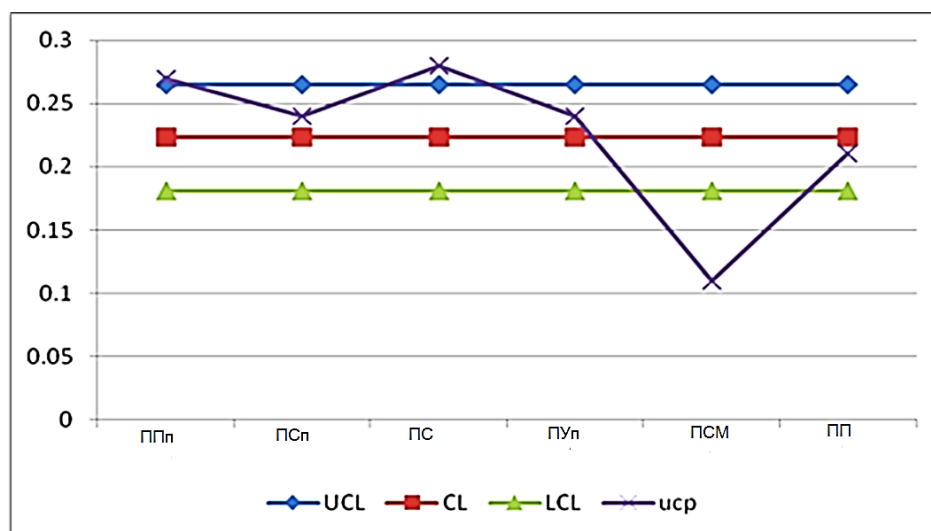


Рис. 2. Карта числа не аттестаций на одну возможность по группам

Карта числа не аттестаций на одну возможность по группам (рис. 2) свидетельствует о том, что не все группы с одинаковой успешностью прошли аттестацию: худшее положение создалось в группе ПС, где процент неаттестованных студентов около 30%, т.е. не аттестован каждый третий. Можно выявить и

лидеров – это студенты группы ПСМ, в которой неаттестованно всего 11%. Видимые колебания в расположении точек у остальных четырёх групп обусловлены случайными причинами. Однако средний уровень не аттестаций по факультету 22,3% на одну возможность (т.е. каждый пятый) создаёт почву для беспокойства о результатах сессии.

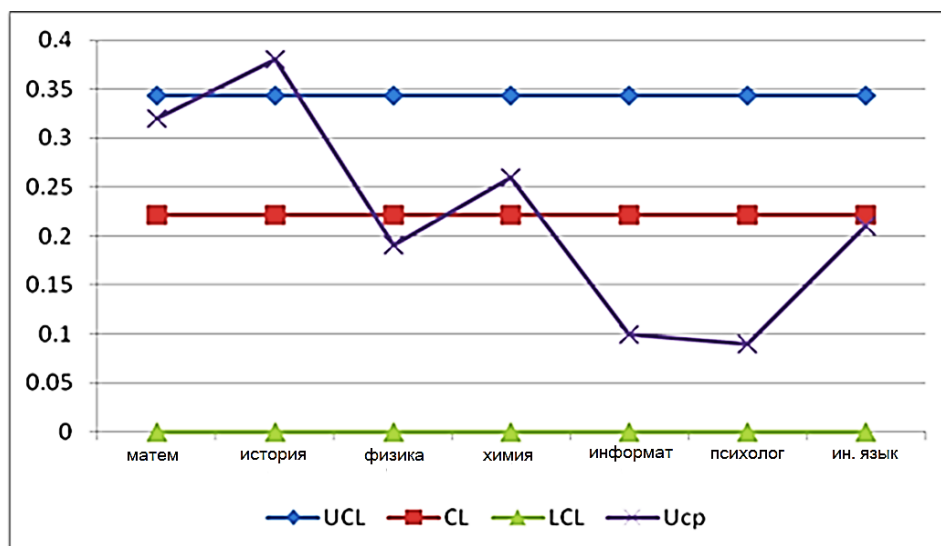


Рис. 3. Карта числа не аттестаций на одну возможность по дисциплинам

Карта числа не аттестаций на одну возможность по дисциплинам (рис. 3) свидетельствует о том, что есть одна дисциплина, резко выделяющаяся на общем фоне числом не аттестаций. Это дисциплина под номером 2 – история. Впечатляют результаты рейтинга по психологии и информатике: чуть больше 10% не аттестованных студентов, а в некоторых группах вообще нет отстающих (табл. 1). Расположение других точек на этой карте дает основание предполагать, что остальные дисциплины по числу не аттестаций составляют единую систему, т.е. к обучающимся предъявляются сопоставимые требования и при этом добиваются сравнимых результатов.

Анализ результатов первого рейтинга позволяет администрации факультета сделать определённые выводы:

1. Выяснить причины халатного отношения к промежуточной аттестации на факультет вообще и неорганизованности участия в рейтинге студентов гр. РС в частности.

2. Обратить внимание преподавателей кафедры истории на причины низкой успеваемости по дисциплине, не вписывающиеся в достаточно высокий уровень подготовки студентов нашего факультета.

3. Кураторам студенческих групп разъяснить роль рейтингов в учебном процессе.

Список литературы

1. ГОСТ ИСО 7870–1-2011 Статистические методы. Контрольные карты.
Ч. 1. Общие принципы. – Изд-во стандартов, сор. 2011. – 16 с.