

Применение кластерного анализа для создания методики выявления образовательных организаций с аномальными результатами обучения

**Мендель
Анастасия Викторовна**

заместитель директора по оценке и мониторингу качества образования, КГКУ «Региональный центр оценки качества образования», г. Хабаровск, kgu@rsoko27.ru

**Мендель
Василий Викторович**

преподаватель кафедры математики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», педагогический институт, г. Хабаровск, mail@pnu.edu.ru

Ключевые слова: кластерный подход, ЕГЭ, ОГЭ, качество образования, школа, Хабаровский край.

Введение

В настоящее время на федеральном уровне в качестве основной стратегической цели развития системы образования определено вхождение Российской Федерации в число 10 ведущих стран мира по качеству образования.¹ Достижение указанной цели включает не только повышение результативности участия России в различных международных исследованиях качества образования, но и повышение эффективности управления системой образования на различных уровнях. На протяжении последних нескольких лет ФГБУ «Федеральный институт оценки качества образования» (далее — ФИОКО) проводится оценка региональных управленческих механизмов. Оценка региональных образовательных систем проводится по двум направлениям — механизмы управления качеством образовательных результатов и механизмы управления качеством образовательной деятельности — и включает 9 систем.² Согласно разработанной методике, оценка уровня сформированности проводится по нескольким компонентам управленческого цикла: выбор обоснованных целей; выбор показателей и методов сбора информации; проведение мониторинга; анализ полученных данных и подготовка адресных рекомендаций на основе проведённого анализа; принятие мер и управленческих решений; проведение анализа эффективности принятых мер.

¹ Указ Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/> (дата обращения: 12.01.2021).

² Методические рекомендации по подготовке к проведению оценки механизмов управления качеством образования в субъектах Российской Федерации. // Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт оценки качества образования». URL: https://fiooco.ru/Media/Default/Методики/Методические%20рекомендации%20по%20проведению%20оценки%20механизмов%20управления%202020_pdf (дата обращения: 12.01.2021).

Далее в нашей статье мы остановимся на аналитическом компоненте управленческого цикла, а точнее рассмотрим один из подходов, который можно использовать для анализа результатов оценочных процедур различного уровня.

Набор управленческих решений для конкретной образовательной организации будет зависеть не только от образовательных результатов, которые демонстрируют её обучающиеся, но и от ряда контекстных данных, социальных условий, в которых функционирует конкретная образовательная организация. Таким образом, на аналитическом этапе целесообразно использовать кластерный подход, который позволяет выявить лучшие управленческие практики среди образовательных организаций, работающих в одинаковых условиях, но демонстрирующих разные образовательные результаты, а также скорректировать направления муниципальной и региональной образовательной политики.

Для этих целей авторами настоящей статьи были выделены кластеры образовательных организаций Хабаровского края.

Принципы распределения образовательных организаций на кластеры

Основываясь на данных Федерально-го государственного бюджетного учреж-

дения «Федеральный институт оценки качества образования», отечественных исследовательских работах³ и опыте других регионов⁴, в качестве основания для кластеризации авторами были выбраны представленные ниже параметры, учитывающие возможные различия в целях обучения, базовые различия в ресурсообеспеченности, условия работы образовательных организаций.

- Наличие объективных данных об образовательных достижениях обучающихся. В качестве результатов оценочных процедур рассматриваются предметные результаты, показанные выпускниками школ при сдаче ЕГЭ и ОГЭ по двум массовым предметам: русскому языку и математике (для анализа используются результаты, полученные участниками в основной период без учёта пересдач) — см. таблицу 1.

- Расположение образовательной организации — см. таблицу 2.

- Размер образовательной организации — см. таблицу 3.

- Вид образовательной организации (общеобразовательная школа, школа с углублённым изучением отдельных предметов, лицей, гимназия, центр образования) — см. таблицу 4.

Формирование кластеров проводилось в несколько этапов.

1 этап. Первый и второй кластеры выделяются по значению параметра «наличие

Таблица 1

Код образовательной организации в зависимости от наличия объективных данных об образовательных достижениях обучающихся

Код	Описание параметра
1	В образовательной организации нет 5–11 классов (начальные школы и начальные школы-детские сады)
2	В образовательной организации нет 10–11 классов (основные школы)
3	Образовательные организации среднего общего образования

³ Боченков С.А., Вальдман И.А. Интерпретация и представление результатов ЕГЭ: проблемы и возможные решения / С.А. Боченков, И.А. Вальдман // Вопросы образования. — 2013. — № 3. — С. 6–27.

Пинская М.А. и др. Поверх барьеров: исследуем резильентные школы / М.А. Пинская // Вопросы образования. — 2018. — № 2. — С. 198–227.

Ястребов Г.А. и др. Проблема контекстуализации образовательных результатов: школы, социальный состав учащихся и уровень депривации территорий / Г.А. Ястребов // Вопросы образования. — 2013. — № 4. — С. 188–246.

⁴ Илюхин Б.В., Горлов П.И., Кацман Ю.Я. Использование результатов педагогических измерений для решения задач управления в образовании (на примере Томской области) / Б.В. Илюхин, П.И. Горлов, Ю.Я. Кацман // Педагогические измерения. — 2019. — № 2. — С. 108–117.

Кацман Ю.Я., Лепустин А.В., Илюхин Б.В. Влияние контекстных факторов на оценку эффективности работы школ Томской области / Ю.Я. Кацман, А.В. Лепустин, Б.В. Илюхин // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 6. — С. 1–11. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16117> (дата обращения: 12.01.2021).

Таблица 2

Код образовательной организации в зависимости от её расположения

Код	Наименование типа населённого пункта
1	Населённый пункт сельского типа (село, хутор, деревня и пр.)
2	Населённый пункт городского типа (рабочий посёлок, посёлок городского типа и пр.)
3	Город с населением < 50 тыс. человек
4	Город с населением 50–100 тыс. человек
5	Город с населением 100–450 тыс. человек
6	Город с населением 450–680 тыс. человек.

Таблица 3

Код образовательной организации в зависимости от её размера

	Размер ОО	Код
Сельская местность (код 1–2)	менее 150 уч.	1
	150–600 уч.	2
	600 уч. и более	3
Город (код 3–6)	менее 450 уч.	4
	450–1000 уч.	5
	более 1000 уч.	6

Таблица 4

Код образовательной организации в зависимости от вида образовательной организации

Код	Вид образовательной организации
1	Общеобразовательная школа
2	Школа с углублённым изучением отдельных предметов
3	Лицей, гимназия, центр образования

объективных данных о результатах образования в ОО», равному «1», и комбинации значений параметров «расположение образовательной организации» и «размер ОО».

2 этап. Третий и четвёртый кластеры выделяются по значению параметра «наличие объективных данных о результатах образования в ОО», равному «2», и комбинации значений параметров «расположение образовательной организации» и «размер ОО».

3 этап. Для образовательных организаций, имеющих значение «3» по параметру «наличие объективных данных о результатах образования в ОО», сравнение средних баллов ЕГЭ и ОГЭ по русскому языку и математике групп образовательных организаций с разными значениями каж-

дого параметра кластеризации. Проверка на статистически значимые различия.

4 этап. Формирование исходных кластеров образовательных организаций при комбинировании сочетаний значений параметров «расположение ОО», «размер ОО» и «вид ОО».

5 этап. Сравнение результатов объективных оценочных процедур в образовательных организациях различных кластеров. Проверка на статистически значимые различия.

6 этап. Объединение кластеров, между результатами образовательных организаций, в которых нет статистически значимых различий.

Таким образом, было получено 11 кластеров, описанных в таблице 5.

Таблица 5

Распределение образовательных организаций Хабаровского края по кластерам

Номер кластер	Описание	Количество ОО
1	Начальные школы и школы-сады, расположенные в сельской местности и поселениях городского типа и численностью обучающихся менее 150 чел.	19
2	Начальные школы и школы-сады, расположенные в населённых пунктах городского типа и городах и численностью обучающихся более 150 чел.	6
3	Основные общеобразовательные школы, расположенные в сельской местности и поселениях городского типа и численностью обучающихся менее 150 чел.	47
4	Основные общеобразовательные школы, расположенные в поселениях городского типа и численностью обучающихся более 150 чел. и городах	9
5	Средние общеобразовательные школы, расположенные в сельской местности и численностью обучающихся до 600 чел.	129
6	Средние общеобразовательные школы, расположенные в сельской местности и численностью обучающихся более 600 чел. И поселениях городского типа; сельские инновационные школы	29
7	Средние общеобразовательные школы малых и средних городов с численностью обучающихся до 1000 чел.	45
8	Частные, ведомственные, городские средние общеобразовательные школы численностью обучающихся до 1000 чел.	37
9	Городские средние общеобразовательные школы численностью обучающихся более 1000 чел.	20
10	Городские инновационные школы численностью обучающихся до 1000 чел.	18
11	Городские инновационные школы численностью обучающихся более 1000 чел.	7

Для подтверждения влияния выбранных параметров кластеризации на качество образовательных результатов был проведён статистический анализ результатов ЕГЭ и ОГЭ по русскому языку и математике 2019 г. Расчёты проводились по данным 2019 г., т.к. в связи со сложившейся эпидемиологической обстановкой в стране в 2020 г. основной государственный экзамен был отменён, а ЕГЭ сдавали только те выпускники, которым выбранные предметы были необходимы для поступления в высшее учебное заведение.

Выявление образовательных организаций с аномальными результатами обучения

Рассмотрим результаты выполнения ОГЭ по математике в зависимости от расположения и вида образовательной организа-

ции. Данные, представленные на рисунке 1, показывают, что процент выполнения экзаменационных заданий в сельских школах варьируется от 18 до 70%, т.е. разрыв между школами с низкими и высокими результатами составляет более 50 пунктов. При этом в образовательных организациях, в которых более 20 выпускников, результаты ОГЭ находятся в диапазоне от 27 до 56%.

Результаты выполнения экзаменационной работы обучающимися городских школ в основном находятся в диапазоне от 30 до 60%. Самые высокие результаты выполнения заданий ОГЭ показывают выпускники 9-х классов инновационных школ, в которых процент выполнения составил от 40 до 80%. Полученные данные подтверждают целесообразность использования выбранных параметров: расположение, вид и размер образовательной организации.

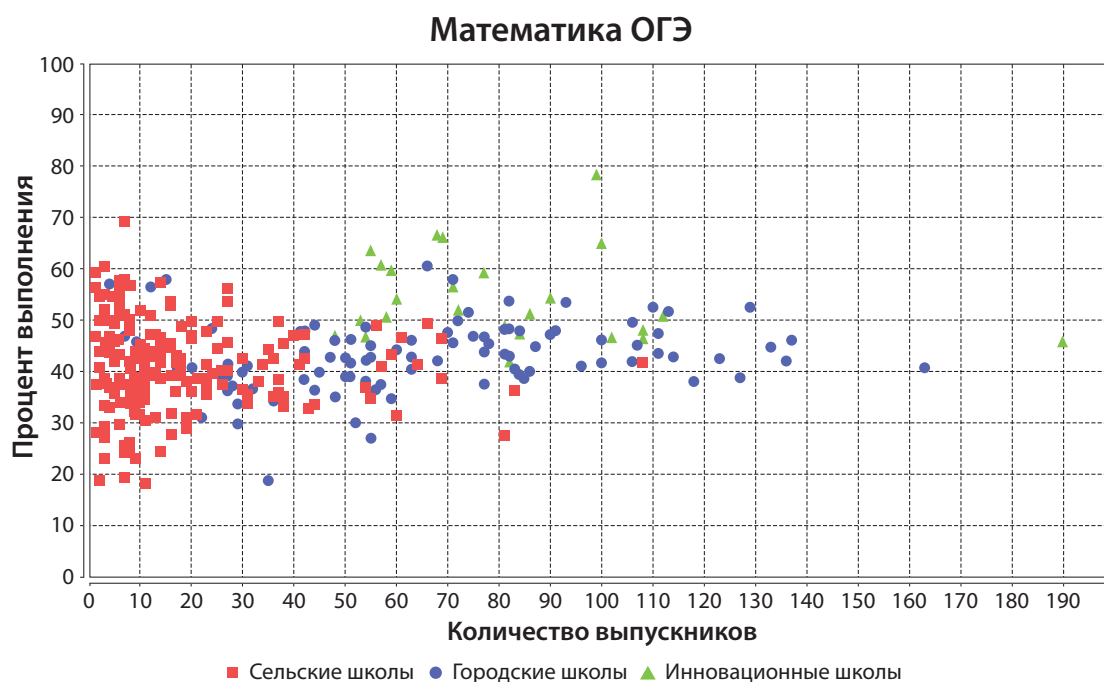


Рис. 1. Результаты выполнения ОГЭ по математике в зависимости от расположения и вида образовательной организации

В соответствии с выделенными кластерами (см. табл. 5) на рисунке 2 представлены результаты выполнения ОГЭ по математике.

Из диаграммы на рисунке 2 видно, что самые высокие результаты демонстрируют обучающиеся образовательных организаций, вошедших в кластеры

10 и 11. При этом инновационные школы с численностью учащихся до 1000 чел., показывают результаты выше, чем обучающиеся более крупных лицеев и гимназий.

Кроме того, наблюдаются следующие зависимости, связанные с размером образовательной организации:

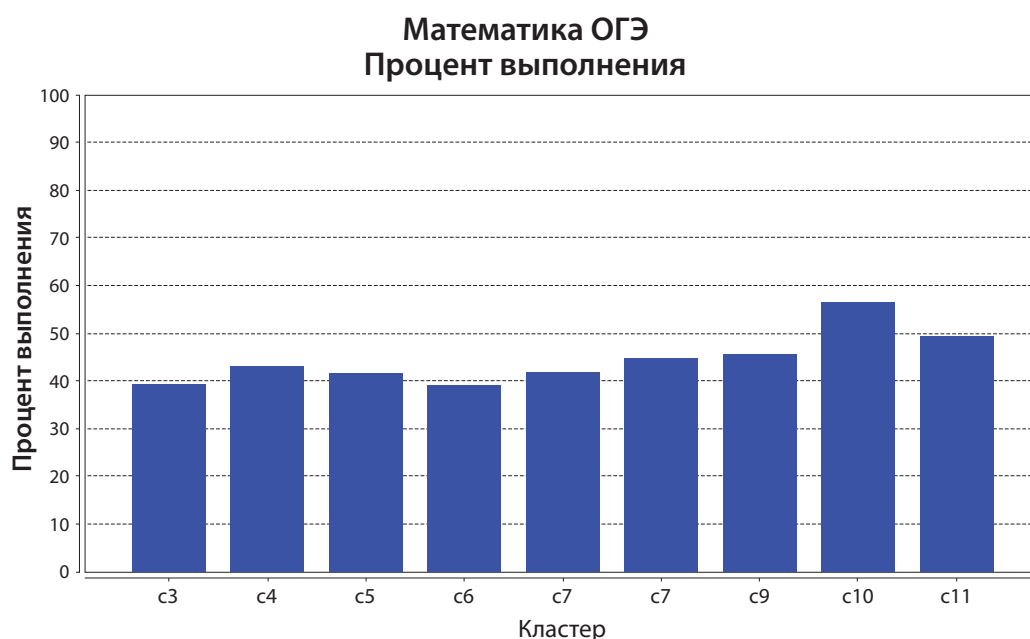


Рисунок 2. Выполнение задний ОГЭ по математике по кластерам

1) среди основных общеобразовательных школ более высокие результаты демонстрируют школьники более крупных школ (кластеры 3 и 4);

2) среди средних общеобразовательных школ, расположенных в сельской местности и поселениях городского типа, более высокие результаты показывают школьники, обучающиеся в учреждениях численностью менее 600 чел. (кластеры 5 и 6);

3) среди городских средних общеобразовательных школ, более высокие результаты демонстрируют выпускники более крупных образовательных организаций (кластеры 7, 8, 9).

Для иллюстрации полученных выводов рассмотрим результаты единого государственного экзамена по русскому языку (рис. 3).

Данные, представленные на рисунке 3, показывают, что средний тестовый балл ЕГЭ в сельских школах варьируется от 43 до 98, т.е. разрыв между школами с низкими и высокими результатами составляет 55 баллов. При этом в образовательных организациях, в которых более 20 выпускников, результаты ЕГЭ находятся в диапазоне от 50 до 76 баллов.

За выполнение экзаменационной работы выпускники городских школ в среднем

получили от 52 до 80. Средние результаты ЕГЭ в инновационных школах находятся в диапазоне от 65 до 85 баллов.

На рисунке 4 в соответствии с выделенными кластерами (см. таблицу 5) представлены результаты выполнения ЕГЭ по русскому языку.

Из диаграммы на рисунке 4 видно, что самые высокие результаты так же, как и в предыдущем примере, демонстрируют обучающиеся образовательных организаций, вошедших в кластеры 10 и 11. При этом более крупные инновационные школы (более 1000 чел.) показывают более низкие результаты.

Обучающиеся средних общеобразовательных школ, расположенных в сельской местности и поселениях городского типа (кластеры 5 и 6), показывают примерно равные результаты.

Среди городских средних общеобразовательных школ (кластеры 7, 8, 9), более высокие результаты демонстрируют выпускники образовательных организаций, относящихся к 9 кластеру, что соответствует тенденциям, выявленным в предыдущем примере.

Для определения образовательных организаций с аномальными результатами построим диаграммы размаха среднего

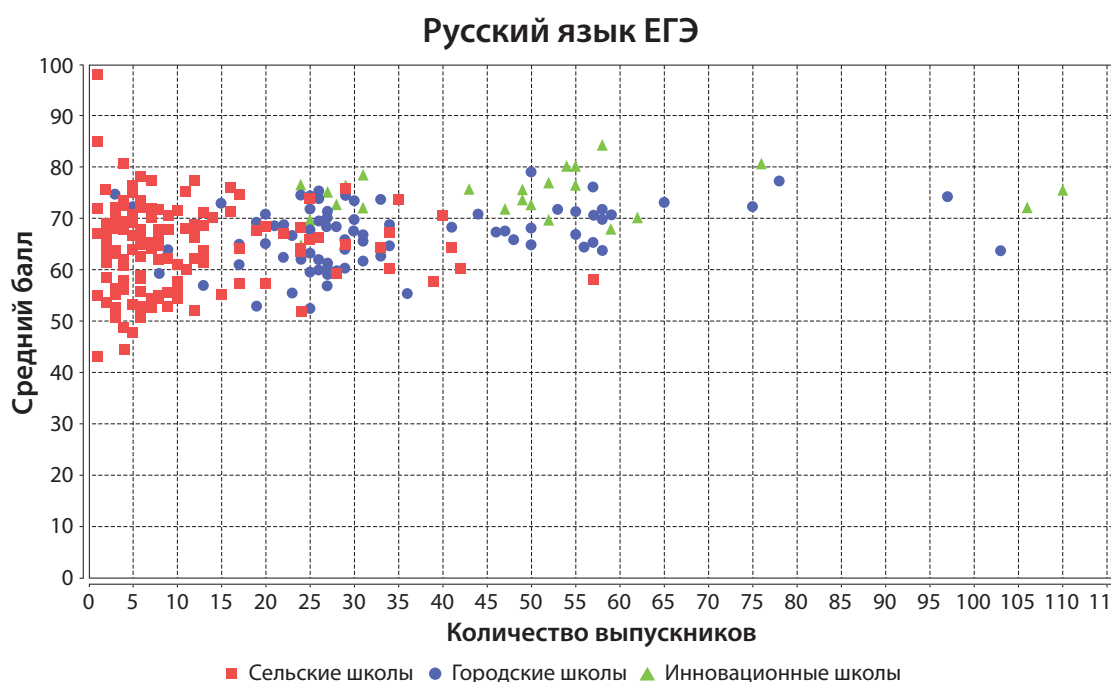


Рис. 3. Результаты выполнения ЕГЭ по русскому языку в зависимости от расположения и вида образовательной организации

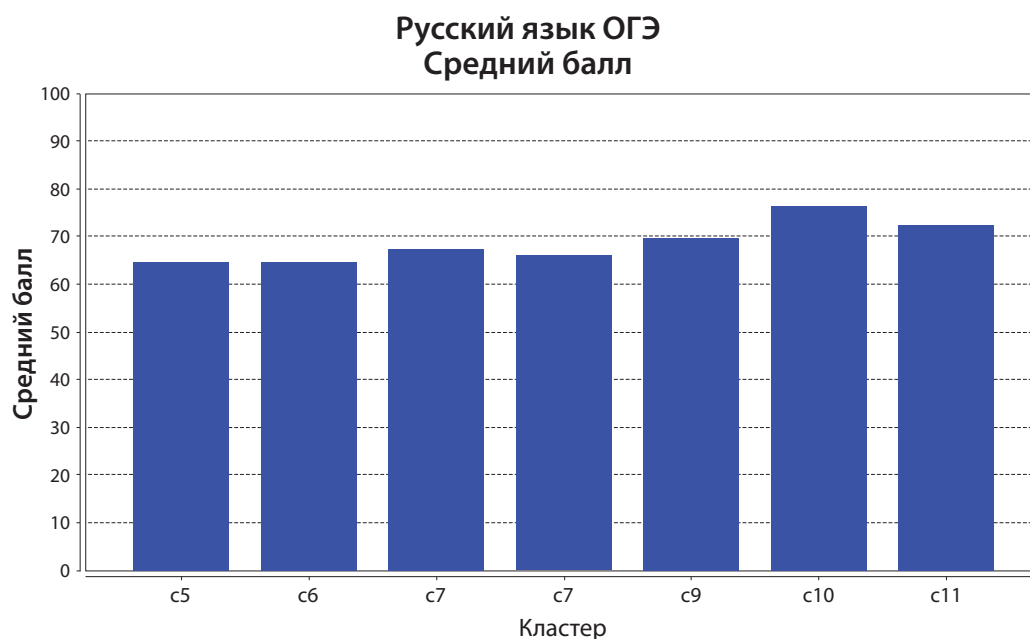


Рисунок 4. Выполнение задний ОГЭ по русскому языку по кластерам

процента выполнения работы по каждому кластеру. В качестве примера рассмотрим результаты выполнения ОГЭ по русскому языку (рис. 5) и математике (рис. 6).

Данные на рисунке 5 показывают, что в кластерах 3, 4, 5, 6, 8 и 10 есть образовательные организации, в которых средние результаты выполнения заданий ОГЭ по русскому языку выходят за границы определённого диапазона по кластеру. При этом только в кластере 3 встречаются школы с аномально низкими и высокими

результатами. В этот кластер входят малокомплектные школы, количество выпускников 9-х классов в которых не превышает 13 человек.

При анализе результатов выполнения экзаменационных заданий по математике также были выявлены образовательные организации, средние результаты выполнения ОГЭ которых выходят за границы диапазона в каждом конкретном кластере. В кластерах 3, 7, 8 и 9 определены школы с аномально низкими результатами,

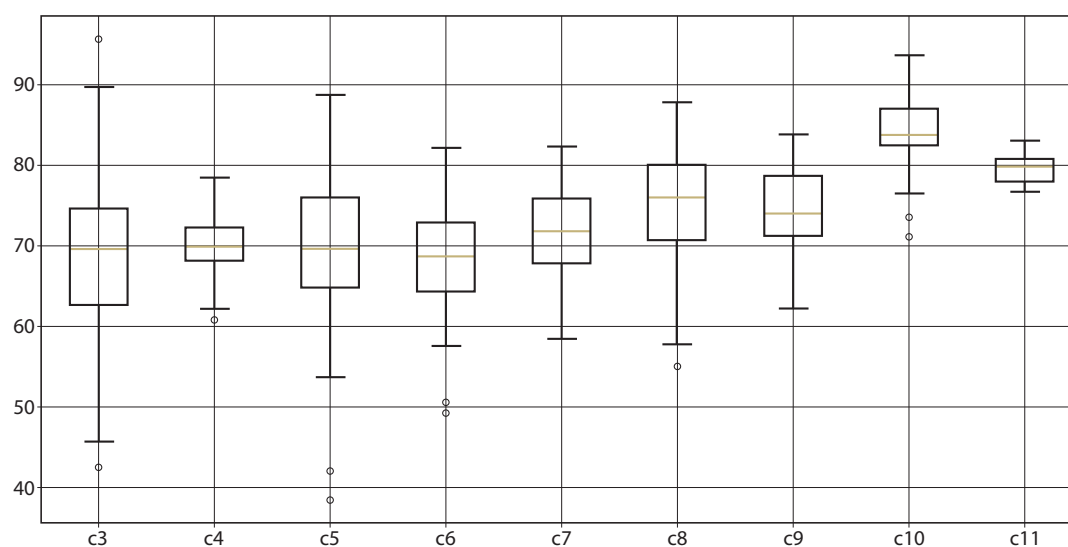


Рис. 5. Результаты выполнения ОГЭ по русскому языку (диаграммы размаха)

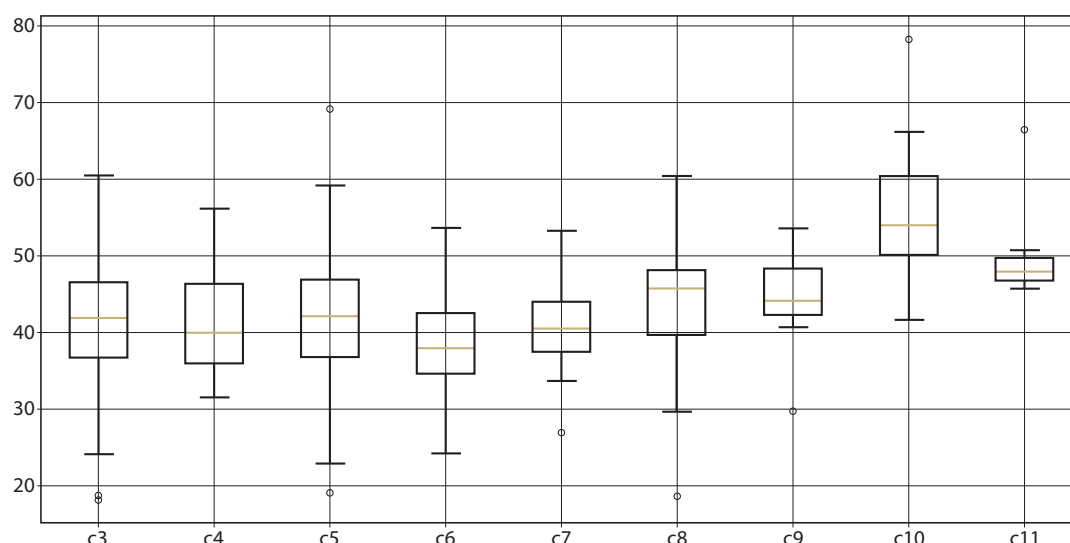


Рис. 6. Результаты выполнения ОГЭ по математике (диаграммы размаха)

в кластерах 10 и 11 — высокими, в кластере 5 — и низкими, и высокими (рис. 6).

Выводы

Проведённый анализ показал целесообразность использования для деления школ Хабаровского края на кластеры выбранных параметров, среди которых: наличие объективных данных об образовательных достижениях учащихся, расположение, размер и вид образовательной организации.

Данный подход может применяться не только для анализа результатов государственной итоговой аттестации в 9-х и 11-х классах, но и для анализа данных, полученных по результатам иных оценочных процедур, в том числе региональных оценочных процедур и диагностических работ, всероссийских проверочных работ.

Таким образом, методику выявления образовательных организаций с аномальными результатами обучения можно представить в виде следующего алгоритма.

Шаг 1. Распределить образовательные организации на кластеры.

Шаг 2. Вычислить средние значения выполнения оценочных процедур для каждой образовательной организации и каждого кластера (например, средний тестовый балл ЕГЭ; средний процент выполнения заданий ОГЭ; успешность выполнения диагностической работы; доля

учащихся, успешно справившихся с ВПР и пр.).

Шаг 3. Построить диаграммы размаха («ящики с усами») средних значений выполнения оценочных процедур для каждого кластера.

Шаг 4. На основе полученных данных определить образовательные организации, демонстрирующие аномально высокие и/или низкие результаты выполнения оценочной процедуры (т.е. образовательные организации, находящиеся значительно выше или ниже границ определённого для каждого кластера диапазона, так называемые «выбросы»).

Разработанная модель кластерного анализа и алгоритм выявления школ с аномальными образовательными результатами могут быть использованы для принятия управленческих решений для повышения качества образования в регионе, выявления школ с низкими результатами обучения для включения их в проект «Эффективная школа», выявления резальентных школ для изучения и распространения их опыта работы. При этом необходимо учитывать условия, в которых функционируют конкретные образовательные организации, например, контингент, кадровый потенциал, материально-техническую базу и др., анализ которых позволит выявить факторы, оказывающие влияние на качество образовательных достижений обучающихся.