

УДК 655.3

О. П. Старченко¹, К. Ф. Антипова²¹Белорусский государственный технологический университет²ОАО «Брестская типография»**КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГОТОВОЙ ЭТИКЕТОЧНО-УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ**

В статье выполнен анализ методов контроля качества, как расходных материалов, так и готовой этикеточно-упаковочной продукции, изучены лабораторные тесты, облегчающие работу с новыми материалами, оборудованием и технологиями, предполагающие использование специального оборудования. Проанализированы методики проведения измерений и испытаний, а также соответствующее оборудование, применяемые в полиграфии, изучены нормативные документы, на основании которых выполняется тестирование.

Рассмотрены основные методы тестирования качества печати, отделки и готовой этикеточно-упаковочной продукции. В ходе анализа ряда тестов для контроля качества печатной продукции с помощью метода ранговой корреляции были определены три основных теста.

При анализе современных методов контроля качества печати особое внимание было уделено колориметрии, которая требует использования соответствующей контрольно-измерительной техники. Для оценки цвета наиболее объективным является спектрофотометрический контроль, так как он основан на измерении колориметрических координат на оттиске. Были рассмотрены три марки портативных спектрофотометров производства X-Rite. Сравнительный анализ спектрофотометров eXact Standard, eXact Advanced (версии Standard и Advanced) и Ci6x Series Portable Spectrophotometers позволил выявить основные преимущества и недостатки каждого прибора. Кроме того, был сформирован минимальный набор измерительного оборудования на основе детального анализа его основных технических характеристик с учетом ценового фактора для определения глянца оттиска, стойкости к истиранию и адгезии.

Ключевые слова: контроль качества, тестирование оттиска, печать, отделка, продукция.

O. P. Starchenko¹, K. F. Antipova²¹Belarusian State Technological University²JSC “Brest Printing House”**TEST OF PRINTS AS A METHOD OF CONTROL OF CONSUMABLES AND FINISHED PRINTED PRODUCTS**

The article analyses quality control methods, both consumables and label-packaging products, studied laboratory tests that facilitate work with new materials, equipment and technologies involving the use of special equipment. Methods for carrying out measurements and tests, as well as relevant equipment used in graphic arts were analyzed, regulatory documents were studied, on the basis of which testing is carried out.

The main methods of testing the quality of printing, finishing and finished label and packaging products are considered. During the analysis of a number of tests for the quality control of printed products using the rank correlation method, three main tests were determined.

In analyzing modern methods of printing quality control, special attention was paid to colorimetry, which requires the use of appropriate instrumentation. To evaluate color, the most objective is spectrophotometric control, since it is based on the measurement of colorimetric coordinates on the imprint. Three brands of X-Rite portable spectrophotometers were considered. Comparative analysis of spectrophotometers eXact Standard, eXact Advanced (versions Standard and Advanced) and Ci6x Series Portable Spectrophotometers revealed the main advantages and disadvantages of each device. In addition, a minimum set of measuring equipment was formed based on a detailed analysis of its main technical characteristics taking into account the price factor for determining the gloss of the impression, abrasion resistance and adhesion.

Key words: quality control, imprint testing, printing, finishing, products.

Введение. В современных условиях жесткой конкуренции между производителями полиграфической упаковки и этикеточной продукции

одной из ключевых проблем экономического развития становится обеспечение выпуска высококачественных изделий, повторяющихся

во времени, с минимальными потерями в производстве. Возрастающие требования заказчика к сокращению сроков выпуска и постоянному повышению качества требуют от производителей стабильного роста уровня производства и внедрения разнообразных процедур по контролю и оптимизации производственных процессов.

В настоящее время этикетка и упаковка не только являются элементом оформления продукции, но и выполняют ряд функций: защитную, экономическую, маркетинговую, транспортную и т. д. Этикетка и упаковка не просто являются носителем информации о товаре, а демонстрируют ряд особенностей бренда, могут быть элементом защиты продукции от подделки, а также стимулятором развития целого ряда отраслей.

Основная часть. Определение основных методов тестирования этикеточно-упаковочной продукции с помощью метода ранговой корреляции. Слово «этикетка» имеет французскую этимологию и означает «ярлык с указанием цены». Грамотно выполненная этикетка может скрыть недостатки материала упаковки или дизайном подчеркнуть уровень товара. Дизайн и упаковка должны соответствовать друг другу по цене и быть понятными для любой потребительской категории. Поэтому этикетка играет немаловажную роль в дизайне той или иной продукции, и она должна быть достаточно живописной и обязательно раскрывать то, что скрывается за названием, т. е. тему и содержание продукции.

В качестве основных свойств, которыми должны обладать и этикетка, и упаковка, можно назвать привлекательность, яркость, а в некоторых случаях и устойчивость к внешним воздействиям. Существует ряд испытаний этикеточно-упаковочной продукции: контроль устойчивости лаковой пленки к различным температурам осуществляется тестом на термо- и морозостойкость; тест на истирание; тест на отсутствие посторонних запахов при использовании УФ-отверждаемых материалов; тест на контроль прочности изделий из картона и гофрокартона; тест на устойчивость упаковки к химическим реагентам и т. п.

На данный момент производство этикеточно-упаковочной продукции – один из самых прибыльных видов деятельности на отечественном рынке. И внедрение ее в производство позволит не только развить ассортимент товаров, но и повысить конкурентоспособность предприятия на рынке полиграфических услуг.

Для определения наиболее важных и значимых методов тестирования для контроля качества печатных оттисков, отделки и готовой

этикеточно-упаковочной продукции использовался метод ранговой корреляции.

В качестве объектов для метода ранговой корреляции были обозначены тринадцать методов тестирования: контроль цвета (цветовых характеристик оттиска) (K1); контроль глянца отпечатанного оттиска (K2); контроль качества лакового покрытия (K3); контроль прочностных свойств изделий из гофрокартона (K4); контроль защитных свойств лаковой пленки (K5); контроль слипаемости лаковой пленки при давлении (K6); контроль эластичности лаковой пленки (K7); контроль твердости пленки (K8); контроль способности скольжения для лаковой пленки (K9); контроль лаковой пленки/краски на истирание (K10); контроль стойкости лаковой пленки к различным химическим реагентам (K11); контроль морозостойкости и теплостойкости пленки/клея (K12); контроль прочности шва (K13).

Определение наиболее важных и значимых методов тестирования проводилось путем экспертного опроса на основе метода ранговой корреляции в условиях ОАО «Брестская типография». В качестве экспертов были выбраны специалисты ОАО «Брестская типография» в сфере контроля качества печатной продукции.

Сущность метода ранговой корреляции заключается в том, что каждый из экспертов, участвующих в опросе, присваивает каждому из оцениваемых объектов (тестов) некоторое ранговое число. При этом наиболее важный объект занимает 1-е место (получает ранг 1), следующий – ранг 2 и т. д. в порядке убывания предпочтения [1]. Результаты экспертного опроса по методу ранговой корреляции приведены в табл. 1.

Число рангов k меньше, чем число оцениваемых объектов n , поэтому требуется процедура нормирования. Нормированный ранг – среднее арифметическое суммы мест для объектов с одинаковыми рангами. Нормированные ранги приведены в табл. 2.

Величины T_i (см. табл. 2) рассчитываются по формуле [1]

$$T_i = \sum_{l=1}^k (t_{il}^3 - t_{il}), \quad (1)$$

где t_{il} – число повторений l -го рангового числа в i -й строке.

Поскольку более значимый тест имеет меньший ранг, то наиважнейшему методу тестирования будет соответствовать минимальная сумма нормированных рангов. Из табл. 2 следует, что первое место должно быть отдано третьему методу тестирования, второе место – второму методу тестирования, третье место – десятому методу тестирования и т. д.

Таблица 1

Экспертный опрос

Эксперты	Критерии												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	1	1	3	4	3	4	2	3	1	2	5	3
2	1	2	2	4	3	4	4	2	3	2	3	4	4
3	2	2	1	3	3	3	4	3	3	2	1	5	4
4	2	1	1	2	4	3	4	2	3	2	2	5	2
5	3	2	1	2	5	4	3	3	5	1	1	4	2

Таблица 2

Нормированные ранги

Эксперты	Критерии													T _i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	5,0	2,0	2,0	8,5	11,5	8,5	11,5	5,0	8,5	2,0	5,0	13,0	8,5	114
2	1,0	3,5	3,5	11,0	7,0	11,0	11,0	3,5	7,0	3,5	7,0	11,0	11,0	204
3	4,0	4,0	1,5	8,0	8,0	8,0	11,5	8,0	8,0	4,0	1,5	13,0	11,5	156
4	5,5	1,5	1,5	5,5	11,5	9,5	11,5	5,5	9,5	5,5	5,5	13,0	5,5	228
5	8,0	5,0	2,0	5,0	12,5	10,5	8,0	8,0	12,5	2,0	2,0	10,5	5,0	87
Σ	23,5	16,0	10,0	38,0	50,5	47,5	52,5	30,0	45,5	17,0	21,0	60,5	40,5	945

Степень согласованности мнений экспертов оценивается с помощью коэффициента конкордации Кендалла, который рассчитывается по формуле [1]

$$W = \frac{12 \cdot s}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \tag{2}$$

где *s* – сумма квадратов отклонений; *m* – количество экспертов; *n* – количество критериев.

Значения *s* и *b* вычисляются по формулам [1]:

$$s = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m u_{ij} - 0,5m(n+1) \right)^2, \tag{3}$$

где *u_{ij}* – сумма нормированных рангов;

$$b = m \cdot \sum_{i=1}^m T_i; \tag{4}$$

$$b = 5 \cdot 945 = 4752;$$

$$s = (23,5 - 35)^2 + (16 - 35)^2 + (10 - 35)^2 + (38 - 35)^2 + (50,5 - 35)^2 + (47,5 - 35)^2 + (52,5 - 35)^2 + (30 - 35)^2 + (45,5 - 35)^2 + (17 - 35)^2 + (21 - 35)^2 + (60,5 - 35)^2 + (40,5 - 35)^2 = 3165,75.$$

$$W = (12 \cdot 3165,75) / (5^2 \cdot (13^3 - 13)) - 4752 = 0,76.$$

Таким образом, мнение экспертов из ОАО «Брестская типография» о необходимости использования для контроля качества этикеточно-упаковочной продукции того или иного метода тестирования согласовано на 76%. Результатам

опроса с такой степенью согласованности можно доверять, и при тестировании качества печати и отделки этикеточно-упаковочной продукции следует руководствоваться полученными данными, т. е. в первую очередь обязательно производить контроль качества лакового покрытия/краски, контроль глянца отпечатанного оттиска и контроль лаковой пленки/краски на истирание.

Сравнительный анализ оборудования для тестирования качества печати. В ходе анализа ряда тестов для контроля качества этикеточно-упаковочной продукции были определены три основных теста. Они являются необходимыми, когда типографии приходится выбирать расходные материалы от различных поставщиков.

Но кроме этих трех тестов есть основополагающий – **контроль цвета**: невозпроизведение цвета на оттиске по сравнению с эталоном и требованием заказчика – брак. Для контроля цвета рациональнее всего использовать спектрофотометр, так как он способен точно измерить любые цветовые оттенки, определив их спектральную характеристику. При измерении учитываются условия освещения образца (D50, D65 и т. д.), а также эмпирически установленная характеристика фоторецепторов сетчатки.

Современные спектрофотометры снабжены микропроцессором, который за секунды справляется со всеми математическими операциями. Результатом вычисления являются три координаты CIE XYZ, которые пересчитываются в наиболее часто используемую сегодня цветовую модель CIE L*a*b* (LCH), колориметрически описывающую оттенок, насыщенность и яркость цвета. Конструкционные особенности

спектрофотометров определяются областью их применения. В допечатной подготовке чаще всего используются простые приборы без дисплея, позволяющие быстро считывать большое количество измеряемых данных и передавать их непосредственно в компьютер. Такие устройства различаются уровнем автоматизации, степенью универсальности использования. При контроле красок в печатном цехе или лаборатории, напротив, применяются автономно функционирующие приборы, которые по конструкции подобны ручным денситометрам и снабжены денситометрическими функциями. Они называются спектроденситометрами [2].

Рассмотрим три марки портативных спектрофотометров производства X-Rite:

1) спектрофотометр eXact Standard разработан, чтобы помочь полиграфистам и производителям упаковки попадать в цвет при СМΥК и смесевой печати, он использует новейшие отраслевые стандарты цвета для повышения уровня контроля над процессом печати;

2) спектрофотометр eXact Advanced обладает расширенными функциями для оценки краски и бумаги, что необходимо колористическим отделениям лабораторий контроля качества: измеряет концентрацию определенных красок с характеристиками абсолютной и относительной интенсивности цвета, использует

функцию прозрачности для измерения разницы подложки или краски на белом и на черном. В отличие от версии Standard, включает функции для оценки краски и бумаги до, во время и после печати. Имеется встроенная библиотека Pantone;

3) спектрофотометр Ci6x Series Portable Spectrophotometers обладает возможностью для реализации единообразной программы контроля цвета, эффективного управления контролем качества техпроцессов и сокращения операционных расходов. Одновременное измерение с учетом и без учета зеркальной составляющей: применяя стандартные методы измерений, компании могут незамедлительно выявлять отклонения цвета и глянца, чтобы гарантировать точность показаний цветов, а также подтвердить результаты визуального контроля. Инструмент Ci64UV оснащен источником УФ-излучения для точного измерения цвета пластика, текстиля и бумаги, содержащих оптические отбеливатели.

Сравнительный анализ оборудования производства фирмы X-Rite для контроля цвета представлен в табл. 3 [3, 4].

Определение глянца оттиска можно осуществить с помощью блескомера; ориентировочная стоимость самой простой модели блескомера – от 400 долларов США.

Таблица 3

Оборудование для контроля цвета, производство X-Rite

Оборудование	Характеристика		Цена
1. Спектрофотометр eXact Standard NGHXR	Соответствие стандартам	ISO 5–4: 2009 (E), ISO 13655: 2009	От 3500 долларов
	Измерение, геометрия	45 / 0, кольцевая оптико-осветительная система	
	Интерфейс, дисплей	Цветной сенсорный экран, 320×240 пикселей	
	Плотность, диапазон	0,0–3,0 D	
	Спектральный диапазон; интервал	От 400 до 700 нм; 10 нм	
	Условия работы, диапазон температур и влажность	От 20 до 50°C. От 30 до 85% относительной влажности	
2. Спектрофотометр eXact Advanced NGHRCXBY	Соответствие стандартам	ISO 5–4: 2009 (E) ISO 13655: 2009	От 3000 долларов
	Измерение, геометрия	45 / 0, кольцевая оптико-осветительная система	
	Интерфейс, дисплей	Цветной сенсорный экран, 320×240 пикселей	
	Плотность, диапазон	0,0–3,0 D	
	Спектральный диапазон; интервал	от 400 до 700 нм; 10 нм	
	Колориметрия, цветовое различие	CIE ΔE* (1976), ΔE _{CMC} , CIE ΔE* (2000) и CIE ΔE* (1994)	
	Колориметрия, цветовые пространства	CIE L*a*b*, CIE L*C*h, CIE XYZ и Yxy	
	Условия работы, диапазон температур и влажность	От –0 до 50°C. От 30 до 85% относительной влажности	

Окончание табл. 3

Оборудование	Характеристика		Цена
3. Спектрофотометр Ci6x Series Portable Spectrophotometers	Соответствие стандартам	ISO 5–4: 2009 (E), ISO 13655: 2009	От 2500 долла- ров
	Измерение, геометрия	8 / 0, кольцевая оптико-осветительная система	
	Интерфейс, дисплей	Цветной сенсорный экран, 320×240 пикселей	
	Плотность, диапазон	0,0–3,0 D	
	Спектральный диапазон; интервал	От 400 до 700 нм; 10 нм	
	Условия работы, диапазон температур и влажность	От –20 до 50°C. От 30 до 85% относительной влажности	
	Источник света	Газонаполненная вольфрамовая лампа. UV-лампа. Светодиоды	

Тестирование на стойкость к истиранию выполняется с помощью приборов, называемых абразиметрами. Тестирование производится в соответствии с нормативными документами. Сравнительный анализ оборудования для проведения теста на истирание представлен в табл. 4 [5–8].

Тестирование адгезии: для контроля качества покрытия применяется тест на скотч (ASTM D 3359). Он может выполняться вручную и инструментально с помощью специального прибора FOGRA LHT. Сравнительный анализ оборудования для тестирования адгезии представлен в табл. 5 [5–8].

Современная тенденция к устойчивому росту объемов этикеточно-упаковочной продукции характеризуется повышением требований к его качеству. Для обеспечения качества нужна

не только соответствующая материальная база и заинтересованный, квалифицированный персонал, но и четкий контроль качества. Отсюда повышенный интерес к средствам и методам контроля качества со стороны предприятий, так как нельзя рассчитывать на стабильное обеспечение качества продукции без внедрения соответствующего оборудования для тестирования печати, отвечающего современному уровню организации работ в этой области.

Также необходимо иметь в виду, что поскольку качество формируется в процессе создания продукции, первостепенное значение имеет знание технологии работ и организации производства, чтобы охватить весь производственный процесс, не оставив без контроля и воздействия ни одного этапа работ.

Таблица 4

Оборудование для проведения теста на истирание

Название, марка, модель	Характеристика		Цена
1. Абразиметр TF214A/B Taber Abrasion Tester	Материалы	Ткань, кожа, резина, бумага, металлы, краски, облицованные поверхности, материалы с покрытием, стекло и т. п.	От 4000 евро
	Стандарты	SO 5470, ASTM D3884, FED.CCC.5306/530, TAPPI T476, DIN 53754/53799/53109	
2. Mickle rub tester, производство TMI	Материалы	Бумага, картон, металлы	От 5000 евро
	Стандарты	BS 3110	

Таблица 5

Оборудование для тестирования адгезии

Оборудование	Характеристика		Цена
1. Fogra LHT	Материалы	Бумага, картон, пленка	4400 евро
	Стандарты	ASTM D 3359	
2. Скотч Tesa 810	Материалы	Бумага, картон, пленка	10 долларов
	Ширина рулона, мм	15	
	Длина рулона, м	50	
	Стандарты	ASTM D 3359	

Выбор основного оборудования для контроля качества печати. На основе сравнительного анализа можно выявить актуальность приобретения самого необходимого оборудования типографией для контроля печати.

Для **контроля цвета** из трех единиц спектрофотометров наиболее целесообразным для приобретения является спектрофотометр eXact Standard NGHXR. Он обладает тем набором характеристик, который может быть использован в любой типографии (например, ОАО «Брестская типография»), которая кроме обычного производства книжно-журнальной продукции, бумажно-беловых товаров и т. п. занимается также производством этикеточно-упаковочной продукции.

Для **определения глянца** может быть выбран блескомер любой марки: в последние годы типографии стали использовать лакирование для дополнительной защиты оттиска и в качестве элемента оформления.

При выборе оборудования для **тестирования на стойкость к истиранию** следует руководствоваться направлением основной деятельности типографии. Если на производстве в качестве материала-основы преимущественно используется бумага или картон, то для проведения теста следует приобретать абразиметр той марки, который тестирует данный перечень материалов. В случае

широкопрофильного развития предприятия следует выбирать абразиметр TF214A/B Taber Abrasion Tester.

Для **тестирования адгезии** рациональнее в типографию приобрести скотч Tesa 810. Цена его составляет 10 долларов за 50 м по сравнению с прибором Fogra LHT, цена которого в разы больше.

Развитие методов оценки качества возможно за счет повышения эффективности методов и средств испытаний контроля качества и, главным образом, применением компьютерных систем. Это позволит практически внедрять в производство оценку по результатам анализа отклонений параметров изделий от требований стандарта.

Заключение. В работе предложены основные методы тестирования качества печати, отделки и готовой этикеточно-упаковочной продукции, которые были выбраны с помощью метода ранговой корреляции на основании экспертного опроса специалистов в области качества ОАО «Брестская типография». Был сформирован минимальный набор измерительного оборудования на основе детального анализа его основных технических характеристик с учетом ценового фактора, так как вопросы, связанные с обеспечением качества, не могут рассматриваться в отрыве от экономической деятельности.

Список литературы

1. Моделирование технологических процессов полиграфического производства: лаб. практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-47 02 01 «Технология полиграфических производств» / сост.: Т. А. Долгова, Т. В. Анкуд. Минск: БГТУ, 2005. 58 с.
2. Контроль цвета и стандартизации в полиграфии [Электронный ресурс] // Xrite.ru. Статьи по управлению цветом. URL: <https://www.xrite.ru/learning-color-education/whitepapers/colorcontrol> (дата обращения: 01.10.2019).
3. Продукты для управления цветом [Электронный ресурс] // Xrite.ru. URL: <https://www.xrite.ru/categories> (дата обращения: 01.10.2019).
4. Контрольно-измерительное оборудование [Электронный ресурс] // Apostrof.ru. Продукция. URL: http://www.apostrof.ru/item_x_rite_exact_advanced.html (дата обращения: 01.10.2019).
5. Производство. Исследовательская лаборатория [Электронный ресурс] // Компания «Танзор-Франс». URL: <http://www.tanzor.ru/proisvodstvo/issledovatelskaja-laboratoria> (дата обращения: 30.09.2019).
6. Packaging [Электронный ресурс] // Igt.com. IGT Testing systems. URL: <http://www.igt.com.sg/products/category/Packaging> (дата обращения: 01.10.2019).
7. Оллен Лабтех. Приборы для испытания материалов [Электронный ресурс] // Ollen.ru. URL: <https://ollen.ru/index.php> (дата обращения: 02.10.2019).
8. Каталог стандартов [Электронный ресурс] // Normdocs.ru. URL: <https://catalogue.normdocs.ru> (дата обращения: 02.10.2019).

References

1. Dolgova T. A., Ankud T. V. *Modelirovaniye tekhnologicheskikh protsessov poligraficheskogo proizvodstva: lab. praktikum po odnoimennomu kursu dlya studentov spetsial'nosti 1-47 02 01 "Tehnologiya poligraficheskikh proizvodstv"* [Modeling of technological processes of printing production: workshop on the same course for students of the specialty 1-47 02 01 "Technology of printing production"]. Minsk, BSTU Publ., 2005. 58 p.

2. *Kontrol' tsveta i standartizatsii v poligrafii* [Color control and standardization in graphic arts]. Available at: <https://www.xrite.ru/learning-color-education/whitepaps/colorcontrol> (accessed 01.10.2019).

3. *Produkty dlya upravleniya tsvetom* [Products for color management]. Available at: <https://www.xrite.ru/categories> (accessed 01.10.2019).

4. *Kontrol'no-izmeritel'noye oborudovaniye* [Instrumentation equipment]. Available at: http://www.apostrof.ru/item_x_rite_exact_advanced.html (accessed 01.10.2019).

5. *Proizvodstvo. Issledovatel'skaya laboratoriya* [Production. Research laboratory]. Available at: <http://www.tanzor.ru/proisvodstvo/issledovatel'skaja-laboratoria> (accessed 30.09.2019).

6. Packaging. Available at: <http://www.igt.com.sg/products/category/Packaging> (accessed 01.10.2019).

7. Ollen Labteh. *Pribory dlya ispytaniya materialov* [Material test instruments]. Available at: <https://ollen.ru/index.php> (accessed 02.10.2019).

8. *Katalog standartov* [Catalog of standards]. Available at: <https://catalogue.knormdocs.ru> (accessed 02.10.2019).

Информация об авторах

Старченко Ольга Павловна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: starchenko_o@mail.by

Антипова Ксения Федоровна – инженер-технолог. ОАО «Брестская типография» (224013, г. Брест, пр-т Машерова, 75, Республика Беларусь). E-mail: amerskla42@gmail.com

Information about the authors

Starchenko Ol'ga Pavlovna – PhD (Engineering), Senior Lecturer, the Department of Printing Production Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: starchenko_o@mail.by

Antipova Kseniya Fedorovna – process engineer. JSC “Brest Printing House” (75, Masherova ave., 220006, Brest, Republic of Belarus). E-mail: amerskla42@gmail.com

Поступила 10.07.2020