

АЙТРЕКИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИДЕОЛЕКЦИЙ ПРИ СМЕШАННОМ ОБУЧЕНИИ

**Б. А. Тхориков, И. Н. Титова,
О. Е. Клепиков, А. Г. Пешковская**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет», Белгород, Россия;*

*ФГАОУ ВО «Московский государственный институт
международных отношений (университет) Министерства
иностраннных дел Российской Федерации», Москва, Россия;*

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет
имени Г. Р. Державина», Тамбов, Россия*

Ключевые слова: айтрекинг; видеолекции; интервьюирование; массовые открытые онлайн-курсы; образовательный контент; онлайн-обучение; смешанное обучение.

Аннотация: Приведены результаты айтрекингового исследования распространенных форматов видеолекций при смешанном обучении. Осуществлен их сравнительный анализ по уровню внимания и вовлеченности студентов; на основании запоминаемости учебного материала дано заключение об эффективности форматов. В частности, доказано, что продолжительность зрительного контакта студента с видеолекцией свидетельствует о лучшем восприятии и запоминаемости учебной информации, однако привлечь внимание студентов с помощью динамичного видеоряда и компьютерной анимации нецелесообразно из-за обратного эффекта. Интерпретация айтрекинговых данных осуществляется путем глубинного интервьюирования 20 студентов – участников исследования. Комбинация айтрекинга и интервьюирования позволила детектировать некоторые драйверы и барьеры, соответственно побуждающие и затрудняющие реализацию смешанного обучения. По итогам исследования сформулированы рекомендации для создания сбалансированного образовательного видеоконтента.

Тхориков Борис Александрович – доктор экономических наук, заведующий кафедрой менеджмента и маркетинга, руководитель международного центра симуляционного обучения и научных исследований в области нейромаркетинговых технологий, e-mail: tkhorikov@bsu.edu.ru; Титова Ирина Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия; Клепиков Олег Евгеньевич – руководитель лаборатории нейромаркетинга, ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации», Москва, Россия; Пешковская Анастасия Григорьевна – директор центра нейронаук, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина», Тамбов, Россия.

Актуальность исследования

Смешанное обучение в системе высшего образования стало удачным компромиссом между институциональными и эпидемиологическими проблемами и технологическими возможностями современного мира [1].

В общем виде смешанное обучение представляет одну из форм организации учебной деятельности, в которой одна часть учебного материала осваивается в рамках контактной работы с учителем, а другая – в рамках самостоятельной работы с применением цифровой образовательной среды и интернет-источников информации [2].

Смешанный формат обучения имеет достаточно длительную и успешную историю. Первые попытки его применения отмечаются в 1960-х гг., активный рост совпал с развитием Интернета в начале 2000-х гг. [3] и в настоящее время образовательная концепция, комбинирующая традиционное обучение с дистанционными и онлайн-методами (blended learning) является одним из мейнстримов международной системы образования.

За прошедшее время возможности и ограничения подхода разнообразно теоретизированы с позиций психологии, педагогики, экономики и информационных технологий. Сформировалась необходимая методология проектирования занятий в смешанном формате. В частности, когнитивная теория мультимедийного обучения Ричарда Майера [4] объясняет процессы и базовые принципы эффективного восприятия образовательного контента; теория самодетерминации Эдварда Деси и Ричард Райана [5] дает представления о способах мотивации учащихся; разнообразные модели, такие как ADDIE [6] или ARCS [7], помогают создавать системы обучения. И в настоящее время фокус исследований сдвигается от теоретического осмысления к изучению восприятия студентами образовательных материалов, в том числе видеолекций, применяемых при смешанном обучении [8].

Главным инструментом научного поиска становятся окулографические или айтрекинговые исследования. Отчетливо выделяются два магистральных исследовательских направления: эксперименты с разнообразными факторами (стимулами), способными повлиять на эффективность видеолекций [9 – 12], и общий анализ восприятия образовательного контента [13 – 17]. При этом в открытом доступе не удалось обнаружить подобных исследований, проводимых в Российской Федерации. В этой связи представляет научный интерес осуществить пилотажное исследование восприятия некоторых форматов видеолекций, используемых при смешанном обучении государственными университетами и коммерческими образовательными проектами, относящимися к системе бизнес-образования.

Методология исследования

Цель исследования – оценка эффективности форматов видеолекций, используемых при смешанном обучении, с помощью айтрекинговых исследований. Для этого в исследовании выдвигается три гипотезы.

Гипотеза 1 (H1) – продолжительность зрительного контакта с видеолекцией, используемой при смешанном обучении, свидетельствует о лучшем восприятии и запоминаемости учебной информации.

Гипотеза 2 (H2) – без использования специальных триггеров, привлекающих внимание к видеолекции, продолжительность зрительного контакта, в том числе непрерывного, будет выражено снижаться, что негативно отразится на запоминаемости материала.

Гипотеза 3 (H3) – лучшую запоминаемость обеспечит сочетание видеолекции и рабочей тетради, при этом не потребуются создание специальных триггеров, привлекающих внимание к видеолекции.

Научные результаты получены с помощью следующих методов:

– библиографического – для осуществления анализа теоретических категорий и эмпирических результатов в области онлайн-обучения;

– абстрагирования, анализа и синтеза, индукции и дедукции – использованы в проектировании и интерпретации результатов айтрекингового наблюдения и глубинного интервью участников исследования;

– корреляционно-регрессионного анализа, эконометрического моделирования, статистических оценок – с их помощью рассчитаны показатели восприятия видеолекций, выявлены количественные зависимости между показателями, построены регрессионные модели и сделаны прогнозы;

– айтрекингового наблюдения и глубинного интервью – сочетание объективного наблюдения за действиями респондентов и высказанных ими мнений сформировало информационную базу для анализа и доказательств (опровержения) исследовательских гипотез.

Материальную базу эксперимента составили: носимые айтрекеры Tobii ProGlasses 3 Wireless 100 (Швеция); программное обеспечение для записи и обработки сигнала Tobii Prolab (v. 1.194, Швеция); стационарный компьютер (11th GenIntel Corei7-11700KF, 3.60GHz, сборка Ситилинк, России, ОС Windows 10 Pro), монитор Philips 243V (23.6", 60 Hz, Нидерланды).

Исследование проводилось в *два* этапа: на *первом* осуществлялось айтрекинговое наблюдение; *втором* – глубинное интервьюирование участников. В роли испытуемых выступили 20 студентов 3-го курса экономического направления подготовки НИУ «БелГУ» обоих полов в возрасте 20–21 года, разделенных на четыре когорты по академической успеваемости.

Результаты исследования

На *первом этапе* исследования участники просматривали четыре десятиминутные записи:

1) видеолекцию массовых открытых онлайн-курсов (**MOOK**) НИУ «БелГУ» по учебной дисциплине «Маркетинг» (площадка размещения – <https://open.bsu.edu.ru>). Материал обладает простейшим визуальным рядом: демонстрация на статичном фоне в левой части экрана средних и крупных кадров с лектором, периодическое добавление кратких текстовых вставок, отсутствие переходов (отбивок) между вопросами (разделами) лекции. Пример кадра представлен на рис. 1, *а*;

2) фрагмент видеолекции учебного курса «ВКомьюнити», разработанного социальной сетью ВКонтакте (площадка размещения – <https://gb.ru/education>). Материал содержит разнообразный визуальный ряд: меняющиеся комбинации планов и расположений лектора в кадре, компьютерную графику, анимационные вставки, динамичный фон, четкое выделение разделов в лекции. Пример кадра представлен на рис. 1, *б*;



Рис. 1. Примеры построения кадра в анализируемых видеолекциях:
а – MOOK; б – курс «ВКомьюнити»

3) видеолекцию MOOK НИУ «БелГУ» по учебной дисциплине «Маркетинг», аналогичную п. 1, дополнительно снабженную бумажной версией рабочей тетради для ведения конспекта, в том числе дублирующей материалы видеолекции;

4) фрагмент видеолекции учебного курса «ВКомьюнити», аналогичный п. 2, дополнительно снабженный бумажной версией рабочей тетради для ведения конспекта, в том числе дублирующей материалы видеолекции.

На рисунке 2 отражена общая схема проведения (октябрь-ноябрь, 2022) айтрекинг-исследования, осуществляемого в дневное время, при сочетании естественного и искусственного освещения в звукоизолированном помещении.

При инструктаже участникам предлагалось вести себя естественно, не делать попыток скорректировать поведение или контролировать направления взгляда, в том числе исключительно на мониторе и демонстрируемых материалах, не запрещалось использование мобильных телефонов. В любой момент участники могли остановить просмотр или поставить видео на паузу. Между просмотрами видеолекций делались десятиминутные перерывы, и проводилось тестирование для оценки запоминаемости материала.

В качестве контролируемых метрик выбраны стандартные для анализа эффективности видеоконтента – *внимание, вовлеченность и запоминаемость*.



Рис. 2. Схема процесса проведения айтрекинг-исследования

Внимание – избирательная направленность зрительного восприятия на экран монитора в целях получения информации. Полагаем, что в момент зрительного контакта с видеолекцией происходит когнитивная работа мозга, связанная с попыткой обработки и запоминания увиденных материалов. Данное предположение основывается на доказанности факта – человек не может перемещать взгляд в одно место и осознанно обрабатывать визуальную информацию из другого [18 – 21].

Оценка внимания осуществляется с помощью показателя «Зрительный контакт с экраном в период наблюдения, %» – это соотношение суммарного времени фиксации взгляда на экране монитора и общего времени проведения наблюдения.

Вовлеченность – субъективное желание удерживать внимание на демонстрируемом видеоконтенте.

Оценка вовлеченности проводилась по следующим показателям:

– «Время непрерывного просмотра до первого отвлечения от экрана» – отражает продолжительность в секундах первоначального внимания (интереса) и качества захвата внимания;

– «Реальное время просмотра» – измерение в секундах фактической продолжительности просмотра, в том числе для выделения частей видеолекции, после которых следует потеря внимания (прекращение просмотра) и(или) его возвращение;

– «Реальное время просмотра с учетом зрительного контакта» – соотношение фактического времени просмотра и зрительного контакта с экраном. Используется для измерения доли видеоконтента, который потенциально имеет возможность быть осмысленным участником наблюдения, и соответственно доли потерь при передаче информации;

– «Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта» – измерение в секундах длительности избирательного (произвольного) внимания на демонстрируемом видеоконтенте.

Запоминаемость – индивидуальный объем учебной информации, запомненный участником наблюдения. Измеряется с помощью тестирования по материалу видеолекции. Тест включает 10 вопросов, необходимо выбрать один-два правильных ответа из пяти предложенных вариантов.

Сводные результаты по четырем айтрекингovým исследованиям (с округлением до целых значений) представлены в табл. 1 – 4.

Оценка взаимосвязи контролируемых метрик проведена на основе корреляционно-регрессионного анализа. Значения показателей корреляции r и их статистической значимости $t_{\text{расч}}$ представлены в табл. 5, 6. Для оценки значимости коэффициента корреляции использован t -критерий Стьюдента (t -статистика)

$$t_{\text{расч}} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}, \quad (1)$$

где r – коэффициент корреляции; n – объем выборочной совокупности.

Сравнивая $t_{\text{расч}}$ с критическим значением $t_{\text{кр}}$, определяемым по таблице распределения Стьюдента при заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$ и $df = n - 2$ степенях свободы, находим силу связи между переменными.

Если $t_{\text{расч}} > t_{\text{кр}}$, то связь значима, в противном случае – не значима.

Таблица 1

Сводные результаты айтрекингового исследования (видеолекция МООК НИУ «БелГУ»)

Номер п/п	Средний балл	Внимание		Время непрерывного просмотра до первого отвлечения от экрана, с	Вовлеченность		Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта, с	Запоминаемость
		Зрительный контакт с экраном в период наблюдения, %	Зрительный контакт с экраном в период наблюдения, %		Реальное время просмотра (max – 600 с) секунды	с учетом зрительного контакта, %		
1		80		81	504	67	64	80
2		83		89	558	77	93	80
3	Свыше 4,5	71		78	480	57	68	80
4		86		86	600	86	45	70
5		78		83	552	72	124	100
6		65		65	402	44	32	60
7		74		72	435	54	41	50
8	4,0...4,4	77		66	520	67	54	100
9		74		91	572	71	48	80
10		67		80	533	60	29	70
11		72		61	504	60	39	60
12		64		77	331	35	62	30
13	3,5...3,9	67		74	566	63	57	50
14		60		68	524	52	63	60
15		75		55	589	74	40	80
16		56		58	366	34	25	30
17		60		68	403	40	21	50
18	Менее 3,5	43		80	460	33	35	40
19		48		63	392	31	46	40
20		65		68	524	57	27	60
Среднее значение		68		73	491	57	51	64

Таблица 2

Сводные результаты айтрекингового исследования (фрагмент видеолекции «ВКонтакте»)

Номер п/п	Средний балл	Внимание		Время непрерывного просмотра до первого отвлечения от экрана, с	Вовлеченность		Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта, с	Запоминаемость
		Зрительный контакт с экраном в период наблюдения, %	Зрительный контакт в период наблюдения, %		Реальное время просмотра (max – 600 с)	с учетом зрительного контакта, %		
1		79		92	527	69	72	70
2		85		104	542	77	87	60
3	Свыше 4,5	77		88	513	66	57	60
4		81		111	580	78	63	90
5		74		87	500	62	82	70
6		70		90	484	56	46	80
7		70		83	504	59	28	60
8	4,0...4,4	73		84	565	69	60	80
9		72		108	539	65	37	70
10		77		56	432	55	49	100
11		68		92	495	56	45	60
12		73		70	408	50	69	100
13	3,5...3,9	61		65	578	59	61	60
14		66		121	502	55	77	50
15		74		32	491	61	53	40
16		62		94	492	51	31	50
17		68		88	406	46	42	50
18	Менее 3,5	72		113	522	63	30	70
19		64		72	551	59	57	60
20		83		54	572	79	44	50
Среднее значение		72		85	510	62	55	67

Таблица 3
Сводные результаты айтрекингового исследования (видеолекция МООК НИУ «БелГУ» с рабочей тетрадью)

Номер п/п	Средний балл	Внимание		Время непрерывного просмотра до первого отвлечения от экрана, с	Вовлеченность		Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта, с	Запоминаемость
		Зрительный контакт с экраном в период наблюдения, %	Зрительный контакт с экраном в период наблюдения, %		Реальное время просмотра (тах – 600 с)	с учетом зрительного контакта, %		
1		39		65	600	39	42	100
2		48		71	600	48	57	100
3	Свыше 4,5	40		63	600	40	37	100
4		33		81	600	33	40	90
5		45		67	600	45	28	100
6		46		70	506	39	35	80
7		76		51	600	76	36	100
8	4,0...4,4	29		64	320	15	40	70
9		18		78	590	18	25	90
10		32		46	600	32	34	100
11		48		54	299	24	18	60
12		31		29	429	22	33	100
13	3,5...3,9	33		40	600	33	42	60
14		36		45	380	23	57	50
15		24		39	600	24	68	70
16		42		58	254	18	9	30
17		18		44	590	18	34	40
18	Менее 3,5	26		60	159	7	38	20
19		24		22	540	22	27	30
20		29		34	387	19	39	30
Среднее значение		36		54	493	30	37	71

Таблица 4
Сводные результаты айтрекингового исследования (фрагмент видеолекции «ВКонтакте» с рабочей тетрадью)

Номер п/п	Средний балл	Внимание		Время непрерывного просмотра до первого отвлечения от экрана, с	Вовлеченность		Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта, с	Запоминаемость
		Зрительный контакт с экраном в период наблюдения, %	Зрительный контакт в период наблюдения, %		Реальное время просмотра (max – 600 с)	с учетом зрительного контакта, %		
1		49	92	600	49	54	100	
2		24	104	600	24	62	100	
3	Свыше 4,5	62	88	600	62	58	100	
4		33	111	600	33	40	90	
5		52	87	600	52	41	90	
6		40	90	600	40	18	100	
7		39	83	540	35	49	80	
8	4,0...4,4	35	84	600	35	32	100	
9		44	108	571	42	17	80	
10		60	56	505	51	39	70	
11		57	92	317	30	18	40	
12		69	70	568	65	33	70	
13	3,5...3,9	52	65	600	52	42	100	
14		59	121	600	59	57	70	
15		65	32	477	52	68	90	
16		41	94	300	21	9	40	
17		38	88	279	18	34	20	
18	Менее 3,5	55	113	600	55	38	90	
19		40	72	508	34	27	40	
20		64	54	536	57	39	50	
Среднее значение		49	85	530	43	39	76	

Таблица 5

**Результаты корреляционного анализа метрик
при просмотре видеолекции МООК НИУ «БелГУ»**

Параметры	Запоминаемость y	Внимание x_1	Время непрерывного просмотра до первого отвлечения от экрана x_2 , с	Реальное время просмотра x_3 , с	С учетом зрительного контакта x_4 , %	Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта x_5 , с
Запоминаемость y	1,000			–		
Внимание x_1	0,770 (4,54)	1,000		–		
Время непрерывного просмотра до первого отвлечения от экрана x_2 , с	0,328 (1,48)	0,388 (1,79)	1,000		–	
Реальное время просмотра x_3 , с	0,712 (4,33)	0,615 (3,31)	0,371 (1,69)	1,000		–
С учетом зрительного контакта x_4 , %	0,799 (5,64)	0,899 (8,71)	0,428 (2,01)	0,894 (8,46)	1,000	–
Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта x_5 , с	0,534 (2,68)	0,449 (2,13)	0,490 (2,39)	0,317 (1,42)	0,426 (1,20)	1,000

Примечание. Значения даны для $t_{кр} = 2,1$ с; для каждого коэффициента корреляции $t_{расч}$ представлено в скобках.

При анализе метрик, полученных при просмотре студентами видеолекции МООК НИУ «БелГУ», выявлены следующие статистически значимые взаимосвязи. На уровень запоминаемости информации студентами сильное влияние оказывает удержание внимания ($r = 0,770$), реальное время просмотра видеолекции ($r = 0,712$), в том числе с учетом зрительного контакта ($r = 0,799$), а также время сохранения непрерывного зрительного контакта ($r = 0,534$).

Установлено, что на запоминаемость при дополнении МООК рабочей тетрадь оказывает заметное влияние реальное время просмотра ($r = 0,640$), в том числе с учетом зрительного контакта (0,660). Данная связь является статистически подтвержденной на основании t -статистики.

Оценивая коэффициенты корреляции при просмотре видеолекции «ВКомьюнити», отметим, что зависимость между запоминаемостью и контролируемыми метриками в ходе исследования не установлена, то есть специальные триггеры, привлекающие внимание к видеолекции «ВКомьюнити», не продемонстрировали высокой значимости.

Таблица 6

Парные коэффициенты корреляции между уровнем запоминаемости при различных видах занятий и контролируруемыми метриками процессов внимания и вовлеченности

Параметры	МООК НИУ «БелГУ»	МООК НИУ «БелГУ» и рабочая тетрадь	Видеолекция «ВКомьюнити»	Видеолекция «ВКомьюнити» и рабочая тетрадь
Внимание x_1	0,770 (4,54)	0,401 (1,86)	0,273 (1,2)	-0,067 (-0,28)
Время непрерывного просмотра до первого отвлечения от экрана x_2 , с	0,328 (1,48)	0,425 (1,99)	0,081 (0,34)	0,096 (0,41)
Реальное время просмотра x_3 , с	0,712 (4,33)	0,640 (3,53)	-0,186 (-0,80)	0,832 (6,35)
С учетом зрительного контакта x_4 , %	0,799 (5,64)	0,660 (3,72)	0,025 (0,11)	0,399 (1,85)
Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта x_5 , с	0,534 (2,68)	0,173 (0,74)	0,157 (0,68)	0,471 (2,27)

При дополнении видеолекции «ВКомьюнити» рабочей тетрадью наблюдается высокая теснота связи между уровнем запоминаемости и временем просмотра видеоролика ($r = 0,832$). Умеренная статистически подтвержденная связь отмечается между уровнем запоминаемости и временем сохранения непрерывного зрительного контакта ($r = 0,471$).

Основываясь на данных результатах, проведены промежуточные расчеты для построения моделей влияния контролируемых метрик на уровень запоминаемости с учетом формата видеолекций (табл. 7)¹, проведена оценка значимости моделей и их интерпретация (табл. 8).

Полученные модели прошли проверку на адекватность с помощью F -критерия Фишера. При уровне значимости $\alpha = 0,05$, критическое значение $F_{кр} = 3,59$, что не превышает расчетных значений, представленных в табл. 8. Так как $F_{кр} < F_{расч}$, можно говорить о соблюдении критерия адекватности и корректности построенных моделей.

Итоги корреляционно-регрессионного анализа показали, что занятия, проходящие в форме видеолекции «ВКомьюнити» совместно с рабочей тетрадью, показали больший эффект, то есть эмпирически доказывается утверждение о том, что запоминаемость информации, прежде всего, обусловлена качеством восприятия информации с помощью удержания (сохранения) зрительного контакта.

¹ В силу того, что корреляционные связи при просмотре видеолекции «ВКомьюнити» не установлены, модель влияния метрик на уровень запоминаемости не рассчитывалась.

Таблица 7

Промежуточные расчеты для построения моделей

Результаты регрессионного анализа		Коэффициенты	t-статистика	P-значение
МООК НИУ «БелГУ»	Константа	3,02	2,3	0,0425
	Реальное время просмотра с учетом зрительного контакта, %	0,89	4,6	0,0002
	Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта, с	0,19	2,6	0,0133
МООК НИУ «БелГУ» и рабочая тетрадь	Константа	34,04	3,06	0,006
	Реальное время просмотра с учетом зрительного контакта, %	1,24	3,72	0,002
Видеолекция «ВКомьюнити» и рабочая тетрадь	Константа	-28,95	-2,17	0,001
	Реальное время просмотра, с	0,18	5,32	0,000
	Среднее время сохранения непрерывного зрительного контакта, с	0,22	1,98	0,003

Примечание. P-значение показывает насколько статистически значимы параметры (коэффициенты) модели, если $P < 0,05$, то параметры имеют статистически значимую связь с результативным признаком (уровнем запоминаемости при различных видах занятий).

Таблица 8

Модели влияния метрик на уровень запоминаемости и их интерпретация

Вид занятия	Модель	Интерпретация
МООК НИУ «БелГУ»	$Y = 3,02 + 0,89x_4 + 0,19x_5;$ $R_2 = 0,684;$ $F\text{-критерий} = 18,46$	Увеличение времени просмотра с учетом зрительного контакта на 1 с повышает уровень запоминаемости на 0,89 %, при увеличении времени сохранения непрерывного зрительного контакта на 1 % уровень запоминаемости повышается на 0,19 %
МООК НИУ «БелГУ» и рабочая тетрадь	$Y = 34,04 + 1,24x_3;$ $R_2 = 0,435;$ $F\text{-критерий} = 13,86$	Изменение уровня запоминаемости на 43,6 % зависит от изменения времени просмотра и на 56,4 % от других неучтенных метрик. Таким образом, каждая дополнительная секунда реального времени просмотра позволяет увеличить уровень запоминаемости на 1,34 %
Видеолекция «ВКомьюнити» и рабочая тетрадь	$Y = -28,9 + 0,89x_3 + 0,22x_5;$ $R_2 = 0,708;$ $F\text{-критерий} = 20,626$	На 70,8 % вариация запоминаемости объясняется метриками, включенными в модель, и на 29,2 % иными неучтенными факторами. Рост реального времени просмотра на 1 с приводит к росту уровня запоминаемости на 0,18 %, увеличение времени сохранения непрерывного зрительного контакта на 1 % обеспечивает рост запоминаемости на 0,22 %

Таблица 9

Итоги двухфакторного дисперсионного анализа

Источник вариации уровня запоминаемости	SS	MS	$F_{\text{расч}}$	P -значение	$F_{\text{кр}}$
Уровень успеваемости	4337,18	1445,73	15,27963	0,000707	3,862548
Вид занятия	851,56	94,62	3,90319	0,002700	3,862548
Погрешность	399,19	133,06	–		
Итого	5587,93	–			

Примечание. SS – внутригрупповая дисперсия, которая характеризует изменчивость уровня успеваемости, вызванную другими неучтенными факторами в исследовании; MS – межгрупповая (факторная) дисперсия, объясняющая вариацию успеваемости, вызванную влиянием исследуемых факторов (например, реальное время просмотра с учетом зрительного контакта и т.д.).

Для проверки влияния на запоминаемость студентов, помимо формата видеолекции, и академической успеваемости проведен двухфакторный дисперсионный анализ (табл. 9).

Для интерпретации результатов дисперсионного анализа необходимо провести сравнение значений $F_{\text{расч}}$ и $F_{\text{кр}}$ по каждому из источников вариации. Когда $F_{\text{расч}} > F_{\text{кр}}$ можно утверждать, что данный фактор оказывает влияние на запоминаемость. В таком случае оба фактора оказывают влияние на запоминаемость.

Определим степень влияния соответственно вида занятия и успеваемости на восприятие информации студентами на основе коэффициента детерминации:

$$\eta^2 = \frac{4337,18}{5587,93} = 0,776; \quad (2)$$

$$\eta^2 = \frac{851,56}{5587,93} = 0,152. \quad (3)$$

Как видно из значений коэффициентов детерминации, в большей степени – на 77,6 % вариация запоминаемости обусловлена начальным уровнем успеваемости и на 15,2 % форматом видеолекции. Оставшиеся 7,2 % могут включать в себя другие факторы, которые не учтены в исследовании. Следовательно, можно утверждать, что начальный уровень успеваемости в большей степени оказывает влияние на уровень запоминаемости, нежели формат видеолекции.

Таким образом, гипотеза 1 (H1) не опровергается, так как в каждую из трех моделей включен параметр – время продолжительности зрительного контакта, и он является статистически значимым, что свидетельствует о его влиянии на уровень запоминаемости учебной информации.

Специальные триггеры могут служить дополнительным фактором, удерживающим внимание к видеолекции, влияющим на уровень запоминаемости. Данный вывод следует из регрессионной модели запоминаемости в формате видеолекции «ВКомьюнити» и рабочей тетради, где параметр сохранения непрерывного зрительного контакта оказывает большее

влияние на уровень запоминаемости, нежели время просмотра. Следовательно, гипотеза 2 (H2) может считаться доказанной.

Так как модель запоминаемости в формате видеолекции «ВКомьюнити» и рабочей тетради имеет самый высокий коэффициент детерминации $R_2 = 0,708$ по сравнению с двумя другими моделями, можем утверждать, что она более точно описывает поведение студентов во время эксперимента. Кроме того, средний уровень запоминаемости в данном формате по сравнению с другими выше, и это отличие статистически значимо. Следовательно, гипотеза 3 (H3) подтверждается.

На *втором этапе* исследования осуществлялось структурированное глубинное интервью с участниками наблюдения. Оценивались предпочитаемые образовательные форматы, ключевые ожидания от видеолекций и требования к ним, сложившийся опыт онлайн-обучения, в том числе индивидуальные побуждающие и сдерживающие мотивацию к учебе факторы. Отдельно затронуты привычные условия и сценарии онлайн-обучения.

Приведем результаты смыслового обобщения наиболее распространенных ответов. Абсолютное большинство (79 %) высказалось за приоритетность комбинированного обучения в учебном процессе. Оно помогает (61 %) уменьшить сопутствующие временные затраты – «дорога до университета», «окна между парами», эффективнее совмещать обучение с другими задачами (47 %) – временная работа, профессиональное (продвинутое) занятие спортом, волонтерство, семейные дела и пр.

От видеолекций, точнее от лектора, респонденты ожидают в первую очередь мотивации к изучению предстоящей темы через объяснение ее роли в профессиональном развитии слушателей (63 %), порядка действий для самостоятельного освоения материала (53 %) и критериев оценивания студентов (51 %). По мнению интервьюируемых, видеолекция должна показать общие границы учебной темы и помочь разобраться в ее самых сложных аспектах (34 %). Для этого необходимы многочисленные визуальные примеры, а не их словесное описание лектором (93 %).

В видеолекции необязательно использовать сложный монтаж и компьютерную графику, выполняющую роль триггера внимания (47 %), так как это отвлекает от речи лектора (34 %), усложняет просмотр на экранах мобильных гаджетов (29 %) или вовсе не требуется из-за того, что студенты только слушают, а не смотрят на экран (21 %).

В целом респонденты считают, что видеолекции не должны быть главным и единственным источником учебной информации (80 %). Это связано с несовпадением скорости изложения материала и индивидуальным уровнем восприятия информации студентом (84 %), а также техническими неудобствами повторного или ускоренного просмотра отдельных моментов лекции (67 %) – «приходится тыкать по экрану, пока не найдешь нужное место», «теряется структура лекции и если отвлечься, то становится непонятно, какой обсуждается вопрос».

Опыт просмотра видеолекции в сочетании с рабочей тетрадью оценен как позитивный (77 %), помогающий лучше воспринимать информацию («поставить лекцию на паузу и несколько раз перечитать материал») и дольше сохранять концентрацию на образовательном процессе («можно чередовать внимание – то на видео, то на тетради»). Также в качестве факторов, усиливающих вовлеченность, названы: четкая дикция и умеренная жестикация лектора (88 %), который свободно рассказывает, а не читает

по суфлеру (41 %); общая продолжительность видеолекции в пределах 12 – 15 минут (41 %). Для сравнения – менее 10 % опрошенных оптимальным назвали пяти-, семиминутный хронометраж, 3 % – один час и более.

При комбинированном обучении только 24 % опрошенных придерживаются рекомендуемого расписания, занимаются за письменным столом и стараются устранить отвлекающие факторы. Большинство смотрит видеолекции в общественном транспорте, заведениях общественного питания, коворкингах и иных локациях вне дома, и может сочетать этот процесс с выполнением прочих дел, в том числе в домашних условиях.

В качестве удачного примера онлайн-обучения респонденты отметили Яндекс.Практикум и рекомендуемый им в рамках основного образовательного процесса бесплатный онлайн-курс «Визуальные презентации», отличительной особенностью которого является отсутствие видеопрезентаций, учебный материал представлен в текстовом формате с большим числом иллюстраций.

Заключение

Обобщив полученные результаты, сделан вывод, что продолжительность зрительного контакта, в том числе непрерывного, оказывает значительное влияние на запоминаемость информации. Поддерживать данный контакт позволяет наличие рабочей тетради. Такие данные, с одной стороны, дополняют эмпирическую научную базу научной информации о проблемах смешанного обучения и пригодны для сравнительного анализа с результатами, полученными в иных университетах; с другой, их можно считать валидными для подготовки аргументированных рекомендаций по созданию образовательных материалов.

Видеолекции не могут быть ключевым источником информации, так как участники наблюдения не продемонстрировали и не стремятся поддерживать постоянное внимание на видеоконтенте. При подготовке учебного курса в смешанном формате не стоит затрачивать дополнительные ресурсы на создание динамичного видеоконтента с большим числом триггеров, привлекающих внимание студентов. Целесообразно использовать видеолекции в комбинации с рабочей тетрадью, содержащей поля для конспектирования, и ключевые тезисы учебной темы со ссылками на основную и дополнительную литературу (разделы внутри них).

Список литературы

1. Розанова, Н. М. Гибкие форматы учебных занятий: возможности и ограничения / Н. М. Розанова // Общество и экономика. – 2020. – № 9. – С. 106 – 124. doi: 10.31857/S020736760011354-8
2. Биктуганов, Ю. И. Система базовых терминов электронного обучения. – Текст электрон. / Ю. И. Биктуганов, Б. Е. Стариченко, Е. Б. Стариченко ; отв. ред. М. А. Галагузова // Понятийный аппарат педагогики и образования : коллективная монография. – Благовещенск, 2023. – Вып. 13. – С. 79 – 98. – URL : https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49723523_76721017.pdf (дата обращения : 02.03.2023).
3. Bersin, J. The Blended Learning Book: Best Practices, Proven Methodologies, and Lessons Learned / J. Bersin. – John Wiley & Sons, 2004. – 328 p.
4. Mayer, R. E. Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning / R. E. Mayer, R. Moreno // Educational Psychologist. – 2003. – Vol. 38, No. 1. – P. 43 – 52. doi: 10.1207/S15326985EP3801_6

5. Deci, E. L. The «What» and «Why» of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior / E. L. Deci, R. M. Ryan // *Psychological Inquiry*. – 2000. – Vol. 11, No. 4. – P. 227 – 268.
6. Branson R. K. Interservice Procedures for Instructional Systems Development. Executive Summary and Model / R. K. Branson. – Florida State Univ Tallahassee Center For Educational Technology, 1975. – 188 p.
7. Hardré, P. Toward a Current, Comprehensive, Integrative, and Flexible Model of Motivation for Instructional Design / P. Hardré, R. Miller // *Performance Improvement Quarterly*. – 2006. – Vol. 19, No. 3. – P. 27 – 54.
8. Hahn, L. Eye Tracking in Physics Education Research: A Systematic Literature Review / L. Hahn, P. Klein // *Physical Review Physics Education Research*. – 2022. – Vol. 18, No. 1. – P. 1 – 35. doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.013102
9. Hachisuka, S. Confirmation of the Significance of Facial Images in Online Learning Using Eye Gaze Tracking Measurement / S. Hachisuka, K. Kurita, S. Warisawa // *Proc. of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)*. – Springer, Cham, 2021. – P. 595 – 599.
10. Tzi-Dong Ng J. Towards Multi-Modal Evaluation of Eye-Tracked Virtual Heritage Environment / J. Tzi-Dong Ng, X. Hu, Y. Que // *LAK22: 12th International Learning Analytics and Knowledge Conference*. – 2022. – P. 451 – 457. doi: 10.1145/3506860.3506881
11. The Impact of Multimedia Effect on Art Learning: Eye Movement Evidence from Traditional Chinese Pattern Learning / L. Ye [et al.] // *International Journal of Art & Design Education*. – 2021. – Vol. 40, No. 125. – P. 342 – 358. doi: 10.1111/jade.12347
12. Research on Learners' Eye Movements for Online Video Courses / Y. Wang, W. Xu [et al.] // *14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*. – 2019. – P. 661 – 666. doi: 10.1109/ICCSE.2019.8845375
13. Becker, S. Eye Tracking-Promising Method for Analyzing Mathematics Teachers' Assessment Competencies? / S. Becker, A. Obersteiner, A. Dreher // *Symposium on Eye Tracking Research and Applications (ETRA'22)*. – 2022. – P. 1 – 4. doi:10.1145/3517031.3529244
14. Kaminskiene, L. Applying Eye-Tracking Technology in the Field of Entrepreneurship Education / L. Kaminskiene, K. Horlenko, L. Y. Chu // *Artificiality and Sustainability in Entrepreneurship*. – Springer, Cham, 2022. – P. 163 – 187. doi: 10.1007/978-3-031-11371-0_8
15. Sharma, K. Stimuli-Based Gaze Analytics to Enhance Motivation and Learning in MOOCs / K. Sharma, P. Dillenbourg, M. Giannakos // *IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2019. – Vol. 2161. – P. 199 – 203. doi: 10.1109/ICALT.2019.00052
16. Sharma, K. Eye-Tracking and Artificial Intelligence to Enhance Motivation and Learning / K. Sharma, M. Giannakos, P. Dillenbourg // *Smart Learning Environments*. – 2020. – Vol. 7, No. 1. – P. 1 – 19. doi: 10.1186/s40561-020-00122-x
17. Are You with Me? Measurement of Learners' Video-Watching Attention with Eye Tracking / N. Srivastava [et al.] // *LAK21: 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference*. – 2021. – P. 88 – 98. doi: 10.1145/3448139.3448148
18. Deubel, H. Saccade Target Selection and Object Recognition: Evidence for a Common Attentional Mechanism / H. Deubel, W. Schneider // *Vision Research*. – 1996. – Vol. 36, No. 12. – P. 1827 – 1837. doi: 10.1016/0042-6989(95)00294-4
19. Just, A. A Theory of Reading: from Eye Fixations to Comprehension / A. Just, P. A. Carpenter // *Psychological Review*. – 1980. – Vol. 87, No. 4. – P. 329 – 354. doi: 10.1037/0033-295X.87.4.329
20. Salthouse, A. Determinants of Eye-Fixation Duration / A. Salthouse, C. Ellis // *The American Journal of Psychology*. – 1980. – Vol. 93, No. 2. – P. 207 – 234.
21. Zhao, Y. Scalable Mind-Wandering Detection for MOOCs: A Webcam-Based Approach / Y. Zhao, C. Lofi, C. Hauff // *European Conference on Technology Enhanced Learning*. – Springer, Cham, 2017. – P. 330 – 344. doi: 10.1007/978-3-319-66610-5_24

References

1. Rozanova N.M. [Flexible formats of training sessions: opportunities and limitations], *Obshchestvo i ekonomika* [Society and economy], 2020, no. 9, pp. 106-124. doi: 10.31857/S020736760011354-8 (In Russ., abstract in Eng.)
2. Biktuganov Yu.I., Starichenko B.Ye., Starichenko Ye.B.; Galaguzova M.A. (Ed.). *Sistema bazovykh terminov elektronnoy obucheniya* [The system of basic terms of e-learning], *Ponyatiyny apparat pedagogiki i obrazovaniya: kollektivnaya monografiya* [The conceptual apparatus of pedagogy and education: a collective monograph]. Blagoveshchensk, 2023, Is. 13, pp. 79-98. available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49723523_76721017.pdf (accessed 02 March 2023). (In Russ.)
3. Bersin J. *The Blended Learning Book: Best Practices, Proven Methodologies, and Lessons Learned*, John Wiley & Sons, 2004. 328 p.
4. Mayer R.E., Moreno R. Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning, *Educational Psychologist*, 2003, vol. 38, no. 1, pp. 43-52. doi: 10.1207/S15326985EP3801_6
5. Deci E.L., Ryan R.M. The «What» and «Why» of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior, *Psychological Inquiry*, 2000, vol. 11, no. 4, pp. 227-268.
6. Branson R.K. *Interservice Procedures for Instructional Systems Development. Executive Summary and Model*. Florida State Univ Tallahassee Center For Educational Technology, 1975. 188 p.
7. Hardré P., Miller R. Toward a Current, Comprehensive, Integrative, and Flexible Model of Motivation for Instructional Design, *Performance Improvement Quarterly*, 2006, vol. 19, no. 3, pp. 27-54.
8. Hahn L., Klein P. Eye Tracking in Physics Education Research: A Systematic Literature Review // *Physical Review Physics Education Research*, 2022, vol. 18, no. 1, pp. 1-35. doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.013102
9. Hachisuka S., Kurita K., Warisawa S. Confirmation of the Significance of Facial Images in Online Learning Using Eye Gaze Tracking Measurement, *Proc. of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)*. Springer, Cham, 2021, pp. 595-599.
10. Tzi-Dong Ng J., Hu X., Que Y. Towards Multi-Modal Evaluation of Eye-Tracked Virtual Heritage Environment, *LAK22: 12th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, 2022, pp. 451-457. doi: 10.1145/3506860.3506881
11. Ye L., Su H., Zhao J., Hang Y. The Impact of Multimedia Effect on Art Learning: Eye Movement Evidence from Traditional Chinese Pattern Learning, *International Journal of Art & Design Education*, 2021, vol. 40, no. 125, pp. 342-358. doi: 10.1111/jade.12347
12. Wang Y., Xu W., Zhan X., Liu Wenqi, Liu Wei, Cheng W. Research on Learners 9 Eye Movements for Online Video Courses, *14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 2019, pp. 661-666. doi: 10.1109/ICCSE.2019.8845375
13. Becker S., Obersteiner A., Dreher A. Eye Tracking-Promising Method for Analyzing Mathematics Teachers' Assessment Competencies?, *Symposium on Eye Tracking Research and Applications (ETRA'22)*. 2022, pp. 1-4. doi:10.1145/3517031.3529244
14. Kaminskiene L., Horlenko K., Chu L. Y. Applying Eye-Tracking Technology in the Field of Entrepreneurship Education, *Artificiality and Sustainability in Entrepreneurship*. Springer, Cham, 2022, pp. 163-187. doi: 10.1007/978-3-031-11371-0_8
15. Sharma K., Dillenbourg P., Giannakos M. Stimuli-Based Gaze Analytics to Enhance Motivation and Learning in MOOCs, *IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2019, vol. 2161, pp. 199-203. doi: 10.1109/ICALT.2019.00052

16. Sharma K., Giannakos M., Dillenbourg P. Eye-Tracking and Artificial Intelligence to Enhance Motivation and Learning, *Smart Learning Environments*, 2020, vol. 7, no. 1, pp. 1-19. doi: 10.1186/s40561-020-00122-x
17. Srivastava N., Nawaz S., Newn J., Lodge J.M., Velloso E., Erfani S.M., Gasevic D., Bailey J.C. Are You with Me? Measurement of Learners' Video-Watching Attention with Eye Tracking, *LAK21: 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, 2021, pp. 88-98. doi: 10.1145/3448139.3448148
18. Deubel H., Schneider W. Saccade Target Selection and Object Recognition: Evidence for a Common Attentional Mechanism, *Vision Research*, 1996, vol. 36, no. 12, pp. 1827-1837. doi: 10.1016/0042-6989(95)00294-4
19. Just A., Carpenter P.A. A Theory of Reading: from Eye Fixations to Comprehension, *Psychological Review*, 1980, vol. 87, no. 4, pp. 329-354. doi: 10.1037/0033-295X.87.4.329
20. Salthouse A., Ellis C. Determinants of Eye-Fixation Duration, *The American Journal of Psychology*, 1980, vol. 93, no. 2, pp. 207-234.
21. Zhao Y., Lofi C., Hauff C. Scalable Mind-Wandering Detection for MOOCs: A Webcam-Based Approach, *European Conference on Technology Enhanced Learning*. Springer, Cham, 2017. pp. 330-344. doi: 10.1007/978-3-319-66610-5_24
-

The Eye-Tracking Study of the Efficiency of Video Lectures in Blended Learning Environment

B. A. Thorikov, I. N. Titova, O. E. Klepikov, A. G. Peshkovskaya

*Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia;
Moscow State Institute of International Relations (University)
of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russia;
Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia*

Keywords: eye tracking; video lectures; interviewing; massive open online courses; educational content; online learning; blended learning.

Abstract: The results of an eye-tracking study of common video lecture formats in blended learning are presented. Their comparative analysis was carried out in terms of the level of attention and involvement of students; based on the memorability of the educational material, a conclusion was made about the effectiveness of the formats. In particular, it has been proven that the duration of eye contact with a video lecture indicates a better perception and memorability of educational information; however, it is not advisable to attract students' attention through dynamic video and computer animation due to the opposite effect. Interpretation of eye-tracking data is carried out through in-depth interviewing of 20 students – the participants in the study. The combination of eye tracking and interviewing made it possible to detect some of the drivers and barriers that encourage and hinder the implementation of blended learning, respectively. Based on the results of the study, recommendations were formulated for creating balanced educational video content.

© Б. А. Тхориков, И. Н. Титова,
О. Е. Клепиков, А. Г. Пешковская, 2023