

А.С. Искакова 

Bilim Land, Казахстан, г. Астана

e-mail: ayman.i@bilimland.com

ОЦЕНИВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОТ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ ГУМАНИТАРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ НА ПРИМЕРЕ РЕСУРСОВ BILIMLAND

В статье приведен анализ проблем повышении эффективности обучения школьников по гуманитарным дисциплинам с использованием цифровых образовательных технологий в учебном процессе с применением математических инструментов. Проведено аналитическое сравнение моделей учебного процесса обучения гуманитарным дисциплинам – традиционного и с использованием современных цифровых технологий, направленного на реализацию целей типовых учебных программ школьников. Современным подходом к проведению исследования стало аналитическое и фактологическое представление степеней влияния цифровых технологий на динамику изменения конвективных способностей обучающихся с использованием вероятностно-статистических методов. В соответствии с поставленной целью и задачами был получен результат: математическое подтверждение зависимости изменений успеваемости школьников в обучении гуманитарным дисциплинам от качества и количества использования современных цифровых технологий. Реализация поставленных задач основывается на использование статистических методов обработки информации временных рядов, посредством внедрения алгоритма для определения эмпирических аппроксимирующих функций из класса монотонных двухпараметрических функции. В качестве выборки были рассмотрены данные, отраженные на портале Kundelik с 1-го по 11 класс по всем обязательным гуманитарным дисциплинам и статистические данные использования цифровых образовательных ресурсов Bilimland.

Ключевые слова: статистические данные, корреляция, e-learning, временной ряд, математическая модель.

A. Iskakova

Bilim Land, Kazakhstan, Astana

e-mail: ayman.i@bilimland.com

Evaluation of the correlation dependence of educational outcomes from online learning in the humanities, on the example of Bilimland resources

The article analyzes the problems of improving the efficiency of teaching students in the humanities using digital educational technologies in the educational process and the use of mathematical tools. An analytical comparison was made of the models of the educational process of teaching humanities – traditional and using modern digital technologies, aimed at realizing the goals of standard curricula for schoolchildren. A modern approach to conducting research has become an analytical and factual presentation of the degree of influence of digital technologies on the dynamics of changes in the convective abilities of students using probabilistic-statistical methods. In accordance with the set goal and objectives, the result was obtained: mathematical confirmation of the dependence of changes in the progress of schoolchildren in teaching humanitarian disciplines on the quality and quantity of the use of modern digital technologies. The implementation of the tasks set is based on the use of statistical methods for processing time series information, by introducing an algorithm for determining empirical approximating functions from the class of monotone two-parameter functions. As a sample, data reflected on the Kundelik portal from grades 1 to 11 in all compulsory humanitarian disciplines and statistical data on the use of Bilimland digital educational resources were considered.

Keywords: statistical data, correlation, e-learning, time series, mathematical model.

А.С. Искакова

Bilim Land , Қазақстан, Астана қ.
e-mail: ayman.i@bilimland.com

Білім беру нәтижелерінің онлайн оқытудан гуманитарлық нәтижелердің корреляциялық тәуелділігін бағалау, Bilimland resources мысалы

Мақалада оқу процесінде цифрлық білім беру технологияларын және математикалық құралдарды қолдана отырып, оқушыларды гуманитарлық пәндер бойынша оқытудың тиімділігін арттыру мәселелеріне талдау берілген. Оқушылардың үлгілік оқу бағдарламаларының мақсаттарын іске асыруға бағытталған дәстүрлі және заманауи цифрлық технологияларды пайдалана отырып, гуманитарлық пәндерді оқытудың оқу процесінің үлгілерін талдамалық салыстыру жүргізілді. Зерттеу жүргізудің заманауи тәсілі сандық технологиялардың білім алушылардың конвективтік қабілеттерінің өзгеру динамикасына әсер ету дәрежесін аналитикалық және фактологиялық тұрғыдан ұсыну болды. Қойылған мақсаттар мен міндеттерге сәйкес нәтиже алынды, гуманитарлық пәндерді оқытудағы оқушылардың үлгеріміндегі өзгерістердің заманауи цифрлық технологияларды пайдалану сапасы мен санына тәуелділігі математикалық расталды. Қойылған міндеттерді іске асыру монотонды екі параметрлі функциялар класынан эмпирикалық жуықтау функцияларын анықтау үшін алгоритмді енгізу арқылы уақыт қатарлары туралы ақпаратты өңдеудің статистикалық әдістерін қолдануға негізделген. Үлгі ретінде барлық міндетті гуманитарлық пәндер бойынша 1-сыныптан 11-сыныпқа дейінгі Kundelik порталында көрсетілген деректер және BilimLand цифрлық білім беру ресурстарын пайдаланудың статистикалық деректері қарастырылды.

Түйін сөздер: статистикалық мәліметтер, корреляция, электронды оқыту, уақыттық қатар, математикалық модель.

Введение

Как было указано авторами (Duraku, 2020: 18) [1] и (Williamson, 2020: 108) [2], прошедшая эпидемическая ситуация коронавируса COVID – 19 косвенно изменила методическую направленность системы образования, вызванная в трансформации системы обучения в дистанционной формат. В связи с этим представляет интерес определение степени влияния использования цифрового образовательного контента на результаты учебного процесса.

В настоящее время существует множество зарубежных инструментов цифровых технологий обучения. Тем не менее, полностью или частично отвечающих требованиям отечественного обновленного содержания среднего образования Казахстана, среди них мало. В связи с этим в Казахстане есть несколько разработок образовательных контентов виртуального цифрового обучения в рамках отечественного обновленного содержания среднего образования, представляющую коллекцию из электронных уроков, тренажеров, интерактивных упражнений, обучающих видео и анимационных фильмов, охватывающих практически все предметы на казахском, русском и английском языках.

Образовательный контент online-mekter, разработанный командой Bilimland для обеспечения не-

прерывного образования в рамках отечественного обновленного содержания среднего образования, представляет собой коллекцию около 25 тысяч уроков, состоящих из 427258 интерактивных упражнений на казахском и русском языках (Sagdoldanova, 2020: 38)[3] и (Аяганова А. А., 2022: 99) [4]. Ранее в работах (Nurkasheva, 2021: 52)[5] и (Zaurbekovna, 2022: 335)[6] были описаны преимущества использования контента Bilimland в учебном процессе. Однако, следует отметить, что основные результаты данных работ нуждаются в статистическом анализе. Таким образом, возникает потребность в необходимости в использовании вероятностно-статистических методов, которые формируют следующие аспекты представленной работы.

Объектом исследования является успеваемость учащихся по гуманитарным дисциплинам.

С сентября 2020 года в целях организации дистанционного обучения учащихся школ на платформе Bilimland.kz разработала сервис Online Mекter, который представляет обучающий материал для всех классов (с 1 по 11) на казахском и русском языках в соответствии со стандартами ГОСО и ТУПам общеобразовательной школы. Также в период пандемии являлась единственным поставщиком сервиса дистанционного обучения школьников, имеющая:

- полную базу данных результатов использования цифрового образовательного портала,

рекомендованного к использованию Министерством образования и науки Республики Казахстан;

- имеющая полную базу данных электронных дневников систем цифровых порталов Online Mектер и Kundelik.kz, отражающая фактические показатели успеваемости учащихся школ Казахстана.

На основании данных фактов **предметом исследования** является использование ресурсов Bilimland в онлайн обучении.

Целью статьи является математическими методами описать корреляционную зависимость результатов обучения гуманитарным дисциплинам учащихся к использованию дистанционного формата обучения.

Задачами для достижения цели работы являются:

- статистическая обработка фактических данных широты использования ресурсов дистанционного образования и успеваемости учащихся по гуманитарным дисциплинам;
- аппроксимировать функциональную зависимость, сглаживающие фактические данные результатов обучения.

Гипотеза исследования: существует положительная корреляционная зависимость эффективности обучения школьников гуманитарным дисциплинам от использования цифровых образовательных технологий.

Материалы и методы

Решение поставленных задач и проверка гипотезы достигается путем использования вероятно-статистических методов исследования. А именно,

- описанием, посредством построения временного ряда, зависимости изменений успеваемости школьников по гуманитарным дисциплинам с использованием современных цифровых технологий;

- получением аналитического вида двухпараметрных нелинейных регрессий, представляющие основные характеристики зависимости динамики успеваемости школьников от внедрения цифровых технологий в обучение;

- построением статистических оценок оправдываемости зависимости динамики успеваемости школьников по гуманитарным дисциплинам от внедрения цифровых технологий в обучение;

- проведение проверки гипотез на адекватность регрессионной модели зависимости

динамики успеваемости школьников по гуманитарным дисциплинам от внедрения цифровых технологий в обучение.

Для реализации поставленных задач последовательно рассмотрены ряд следующих вопросов:

- построение сглаживающих функций, аппроксимирующие данные реализации выборки больших объемов;

- оценивание параметров сглаживающей функции;

- оценивание вероятности оправдываемости аппроксимирующей функции;

- проверка адекватности применения аппроксимирующей функции.

Сбор и обработка данных использования цифровых ресурсов в учебном процессе школьников в изучении гуманитарных дисциплин представляют статистические данные результатов успеваемости и использования цифровых образовательных ресурсов Bilim Land в учебном процессе с 2020 года, включающие информацию в периоды пандемии и постпандемии.

При изучении временных рядов большое место отводится вопросу о закономерностях их движения на протяжении длительного периода. Статистика как наука определяет методологический подход, направленный на выявление характеристик изменений статистических показателей во времени. Например, как изменяются год за годом валовой национальный продукт и национальный доход страны? Как возрастает или снижается уровень безработицы, оплаты труда? Велики ли колебания урожайности зерновых культур и существует ли тенденция ее роста? На поставленные выше вопросы ответ может дать только специальная система статистических методов, предназначенная для изучения развития, изменений во времени или, как принято в статистике говорить, для изучения динамики.

Познание закономерностей изменений во времени – сложная и трудоемкая процедура исследования, так как любое изучаемое явление формирует множество факторов, действующих в разных направлениях.

При статистическом изучении динамики необходимо четко разделять два основных ее элемента – тенденцию и колеблемость, чтобы дать каждому из них количественную характеристику с помощью специальных показателей.

Для построения классической математической модели временного ряда нужно разобрать его компоненты. Компонентами временного

ряда является тренд или тенденция, периодические и случайные колебания.

Конечно, не все временные ряды имеют одинаковый набор компонентов. Функции, описывающие тенденцию, делятся на две группы:

1. Первая группа — это монотонные функции и функции, у которых нет предельного роста, то есть функция не прекращает расти со временем

2. Тогда как вторая группа, наоборот, имеет предельный рост, иначе говоря, имеет уровень насыщения к чему и стремиться функция.

Стоит ознакомиться с видами функции, которые наиболее распространены для описания тренда временных рядов.

Основным параметром и константой прямолинейного тренда является среднее изменение уровней ряда за единицу времени. В результате эта тенденция подходит для иллюстрации тенденции почти равномерных изменений уровней: равных в среднем абсолютных повышений или абсолютных понижений уровней за равные периоды времени. Этот тип динамики довольно распространен на практике. Обоснование почти равномерного абсолютного увеличения уровней ряда заключается в том, что многочисленные явления, такие как урожайность сельскохозяйственных культур, численность населения района, города, доходы населения, среднее потребление продуктов питания и так далее, зависят от огромного числа различных причин.

Некоторые из этих факторов влияют на быстрый рост изучаемого явления, в то время как другие влияют на торможение роста, третьи на снижение уровней и так далее. Разнонаправленные и разно ускоренные воздействия компонентов взаимно усредняются, частично взаимно гасятся, а результирующая их воздействий приобретает однородный линейный характер.

Линейный график иногда может быть нереалистичным, например, уровни могут принимать отрицательные величины. Такие случаи бывают на практике, например, когда нет продаж, прибыль отрицательна, в этом контексте это имеет смысл, но всегда стоит обратить внимание на такие нюансы, особенно если ось у не должна принимать отрицательные числа.

Для возникновения этой тенденции временной ряд должен иметь не менее 7 уровней.

В результате для иллюстрации тенденций, которые характеризуются приблизительно постоянным ускорением абсолютных изменений уровней, используется тренд в виде параболы

2-го порядка. Этот тип процесса гораздо менее распространен на практике, чем процессы, в которых уровни меняются равномерно, хотя любое отклонение от точно равномерного увеличения (или падения) уровней может быть истолковано как наличие ускорения. Кроме того, существует математическое правило, согласно которому, чем больше порядок параболы, тем ближе линия тренда к уровням исходного временного ряда.

Описание зависимости изменений успеваемости школьников от использования моделей учебного процесса с использованием современных цифровых технологий осуществился посредством методов построения сглаживающих функций, аппроксимирующие данные реализации выборки больших объемов, а также метода наименьших квадратов.

Использование методов точечного несмещенного статистического оценивания Рао-Блэкуэлла проверки статистических гипотез по схеме М.С. Никулина способствует к построению статистических оценок оправданности зависимости динамики успеваемости школьников от внедрения цифровых технологий в обучение, а также подтверждение адекватности выдвигаемой гипотезы.

В соответствии с поставленными целью и задачами было получено математическое подтверждение зависимости изменений успеваемости школьников в изучении гуманитарных дисциплин от использования моделей учебного процесса с использованием современных цифровых технологий.

Обзор литературы

Цифровизация стала одной из причин трансформаций системы образования последних двух десятилетий. Так, в соответствии со Стратегией развития компетенций ОЭСР в Казахстане наиболее важными для достижения успехов в профессиональной деятельности, да и в жизни в целом, становится уровень цифровых компетенций (Мешкова, 2019: 177) [7].

Многочисленные исследования, такие как (Пересыпкина, 2019: 101) [8] и (Абросимова, 2021: 11) [9], доказывают, что использование информационно-коммуникационных технологий в обучении в три раза увеличивают вероятность успешного усвоения учебного материала. В казахстанских реалиях действенность цифрового фактора в повышении качества обучения интенсифицируется, так как необходимо брать

в учет характерные особенности отечественной сети школ.

Важным фактором цифровизации образования послужила пандемия COVID-19. Карантинные ограничения оказались более существенными причинами в вопросе качества образования, чем ожидалось, так как ни государство, ни общество не были готовы к таким масштабным трансформациям процесса обучения. Резкий переход от традиционного «кабинетного» обучения к онлайн-обучению вызывает ряд вопросов в пост-ковидный период. Возникают адекватные вопросы: оправдывает ли себя онлайн-обучение? Каким образом изменилось качество образования в условиях цифровизации? Какой будет модель образования в будущем?

Вопросы формирования информационной инфраструктуры образования в Казахстане актуализируются с 2010 года. В Государственной программе развития образования на 2011-2020 гг. были поставлены задачи обеспечить равный доступ всех участников образовательного процесса к лучшим образовательным ресурсам и технологиям. В стране появляется большое количество информационных ресурсов.

Вопросам влияния цифровизации на качество образования посвящено большое количество трудов зарубежных исследователей. Одним из первых таких работ являются исследования Зандгольца. Они посвящены степени влияния технологий на процесс обучения (Sandholtz, 1997: 157)[10]. По их мнению, технологии могут благоприятно изменить образование при определенных обстоятельствах, например, если учителя будут использовать не все технологии подряд, а именно те инструменты, которые лучше всего поддерживают цели обучения.

Можно отметить также ранние исследования влияния применения гипермедиа (гипертекст, мультимедиа и связанные с ними приложения) на качество результатов обучения (Badger, 1998: 367)[11]. Международный справочник по информационным технологиям в начальном и среднем образовании от 2008 года под редакцией Вогта и Кнезека наличествует актуальной информацией (Voogt, 2008: 34) [12]. Здесь рассматриваются такие вопросы, как образование в информационном обществе, влияние общества информации и знаний на образование, теоретические перспективы, влияющие на использование информационных технологий в преподавании и обучении, поведение учащихся в эпоху цифровых технологий, информационные технологии и учебные

процессы, применение информационных технологий в инновационной педагогической деятельности и т.п.

В целом, история внедрения цифровых технологий в систему образования можно рассмотреть в контексте трех периодов: доцифровая эпоха, появление компьютера, затем Интернета. Распространение информационно-коммуникационных технологий позволило улучшить доступность образования. Можно привести самый обыкновенный пример, который прослеживается даже в момент написания данной заявки. Если раньше при сильных морозах отменяли занятия и потом нужно было сокращать и объединять темы, чтобы успеть освоить весь учебный материал, то сейчас в такие экстремальные погодные условия занятия проводятся в онлайн формате. Однако, взаимообусловленность качества образования и цифровизации зависит от самых разнообразных факторов – географическое положение, социально-экономическое состояние, культурное происхождение, грамотность и другие переменные и мн.др. (Howard, 2015: 161) [13].

Вопросам влияния цифровизации на качество образования посвящено большое количество трудов зарубежных исследователей. Одним из которых являются авторы работы (Sousa, 2022: 8). [14], исследования которых сосредоточены на глобальном характере цифрового образования. Например, отмечается, что цифровое образование ведет к новым исследовательским возможностям в отношении соблюдения стандартов качества учебного процесса.

Вместе с тем, несмотря на достаточную степень изученности вопросов цифровизации в сфере образования в зарубежных исследованиях, казахстанский опыт цифрового образования и его влияния на качество образования представлен намного скромнее.

На современном этапе казахстанские ученые изучают какие факторы и функции образования влияют на процесс цифровизации, анализируют как цифровизация трансформирует содержание, сущность, форму казахстанского образования и т.д. (Ашилова, 2019: 48). [15].

Изучение влияния цифровизации на качество образования в мире и в Казахстане в частности, приобрело массовый характер в условиях пандемии COVID-19. Авторы работы (Вокаев, 2020а: 41) [16] утверждают, что Казахстану необходимо в долгосрочной перспективе заниматься улучшением дистанционного формата и развитием образовательных онлайн-платформ.

Вместе с тем она выделяет трудности, которые препятствуют переходу на дистанционное образование. Это несовершенное законодательство, недостаточные цифровые навыки педагогов, психологический барьер к восприятию нового, инфраструктурные недостатки (Раймкулов, 2021: 52) [17].

В связи с этим задача оценивания влияния цифрового образования на качество обучения носит немаловажный характер и представляет интерес в определении степени влияния использования цифровых образовательных контентов на результаты учебного процесса. Авторами работы (Sulaiman, 2022: 24) [18] был проведен детальный анализ зависимости, подтверждающий положительную корреляцию между частотой просмотра обучающихся англоязычных программ на YouTube канале и развитием аудирования.

Интересным представляется аналитические социологические исследования Ковязиной К., Боранбай М., Бейсембаева С., Джаксылыкова С. (Kovyazina, 2020: 41) [19], отраженные в использовании оригинальные методы исследования, коллектив авторов изучает трудности перехода или как казахстанское среднее образование адаптируется к дистанционному обучению. Бокаев Б. и Торебекова З. на основе социологического опроса оценивают вовлеченность родителей в учебный процесс в период Covid-19 (Бокаев, 2020b: 101) [20].

Ранее в работах (Pyasova, A., 2021: 301). [21] и (Iztleuova, 2021: 152) [22] были описаны преимущества использования цифровых контентов, таких как Bilimland, в учебном процессе. Однако, следует отметить, что основные результаты

данных работ нуждаются в статистическом анализе. Тем самым подтверждается потребность в необходимости в использовании вероятностно-статистических методов, которые формируют методические аспекты внедрения цифровых технологий в учебный процесс, способствующих положительной динамике развития конвективных способностей обучающихся.

В последнее время существует не мало научных разработок парных регрессий, как например, авторы работы (Narasimhan, 2020: 5248) [23] представили ключевые аспекты парных регрессий. Ранее авторы работы (Zabrovskaya, 2019: 3142) [24] используя алгоритм регрессионного анализа профессора Полежаев В. Д. (Полежаев, 2018: 73) [25] и (Polezhaev, 2017: 030013) [26] показали преимущество использования компьютерных приложений на уроках английского языка.

Результаты и обсуждение

Для статистического анализа в качестве реализации выборки рассмотрим исходные данные показателей, как успеваемость учеников (средняя оценка в Kundelik) и количество пройденных онлайн уроков (стейтов) за все четыре четверти 2021–2022 учебного года.

На основе сбора и обработки статистических данных были получены фактические данные совместного изменения использования онлайн уроков и эффективности обучения, выраженные через успеваемость обучающихся, отраженные на рисунке 1.

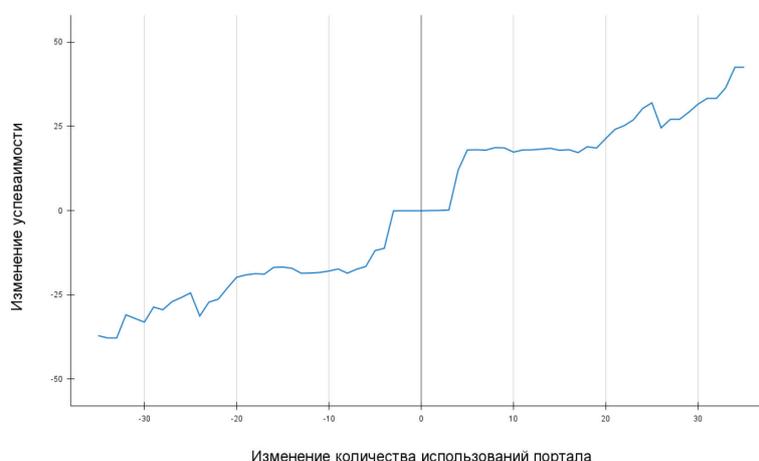


Рисунок 1 – Динамика совместного изменения количества использования online-mekterp и успеваемости (по данным 2021–2022 уч. года) по гуманитарным дисциплинам

Обзор рисунка 1 позволяет визуально предположить существование положительной корреляционной зависимости по исследуемой проблематике работы. Несмотря, на рисунок 1 и статистические данные требуется проведение необходимой математического подтверждения.

Предположим, что между величинами x_n и y_n существует однозначное соответствие, то есть каждому значению независимой переменной величины x соответствует с заданной степенью точности одно значение зависимой переменной y . Другими словами, допустим, что показатель изменения успеваемости зависит от изменения количеством пройденных онлайн уроков.

В этом случае возникает задача – выявления формы связи и определения функциональной зависимости, задающей y как функцию $f(x)$. Используя метод выбора вида функции $f(x)$, предложенный профессором Полежаевым В. Д. [15–16], было определено, что зависимость изменения успеваемости от изменения количеством пройденных онлайн уроков определено линейной парной регрессией

$$f(x) = 1,12x + 0,37 \quad (1)$$

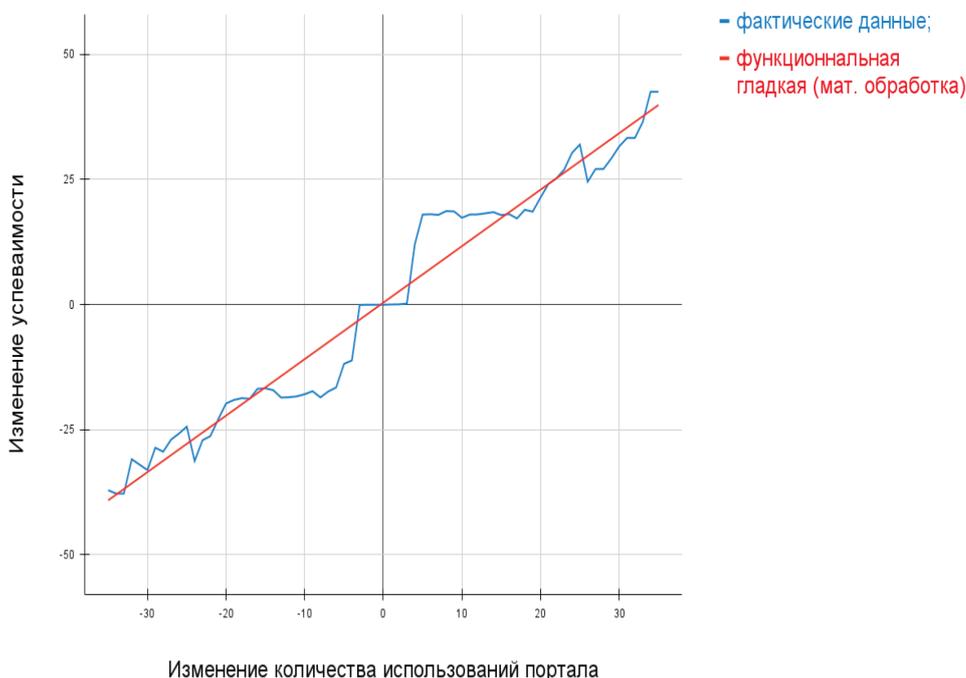


Рисунок 2 – Регрессия влияния динамики изменения количества использования online-лектор на динамику успеваемости (по данным 2021–2022 уч. года) по гуманитарным дисциплинам

Анализируя полученную линейную функцию, следует заметить, что коэффициент **1,12** – положительно определен, а значит, устанавливает положительную тенденцию влияния использования цифровых ресурсов обучения на успеваемость.

Полученная регрессионная зависимость, графическое изображение которого представлено на рисунке 2, определяет прямую корреляцию.

Следовательно, графическое изображение динамики совместного изменения количества использования online-лектор и успеваемости (по данным 2021–2022 уч. года) по гуманитарным дисциплинам, представленной на рисунке 1, можно дополнить графиком полученной функции (1), которая является сглаживающей функцией эмпирических данных. Дополнение к рисунку 1 графического представления динамики совместного изменения количества использования online-лектор и успеваемости (по данным 2021–2022 уч. года) по гуманитарным дисциплинам графиком линейной функцией (1) изображено на рисунке 2.

Линейная регрессия подтверждается тем, что коэффициент корреляции составляет 0,966, то есть аппроксимирован к значению 1.

Несмотря на регрессионную функциональную значимость (1) и изображение рисунка 2, указывающие на положительную динамику корреляции, следует проанализировать степень влияния фактора изменения использования в образовательном процессе цифровых образовательных ресурсов на эффективность обучения, выраженная через успеваемостью обучающихся, отображенных на портале Kundelik.kz.

Дифференцируя по x полученную функцию, описывающую парную регрессию, имеем коэффициент эластичности при положительном значении x :

$$K_e = \frac{\partial f(x)}{f(x)\partial x} x = \frac{1,12x}{1,12x+0,37} < 1$$

Таким образом, для любого значения x коэффициент эластичности меньше 1, следовательно, при изменении x на 1%, y изменится менее чем на 1%.

Рассмотрим отклонения

$$d(x_n) = f(x_n) - y_n$$

значения регрессий $f(x_n)$ от фактических данных y_n влияния динамики изменения количества использования online-мектеп на динамику успеваемости (по данным 2021–2022 уч. года) по гуманитарным дисциплинам, диаграмма которых представлена на рисунке 3.

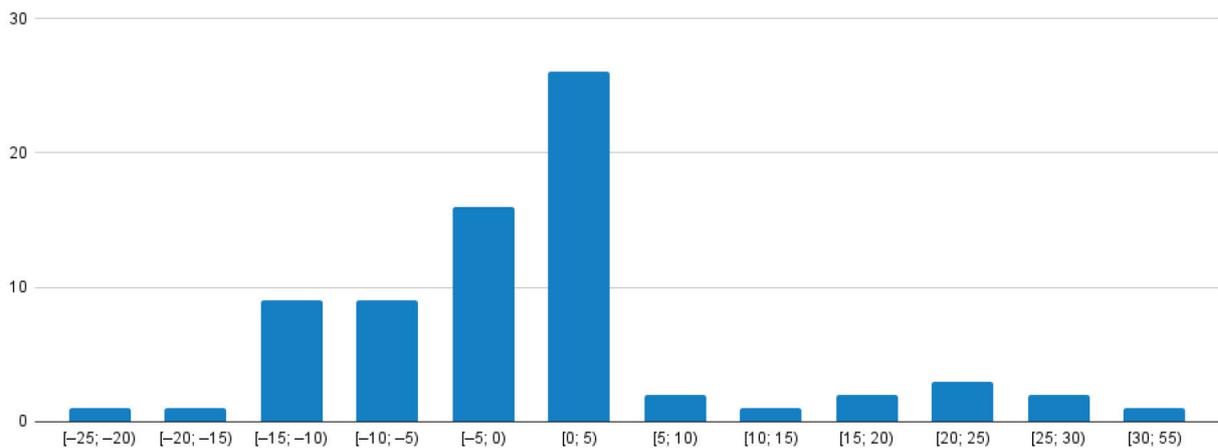


Рисунок 3 – Диаграмма отклонений значений регрессий от фактических данных влияния динамики изменения количества использования online-мектеп на динамику успеваемости (по данным 2021–2022 уч. года) по гуманитарным дисциплинам

Для проверки гипотезы на адекватность применения предложенной регрессионной модели предположим, что значения разности $d(x_n)$ является случайной величиной, подчиняющейся распределению Гаусса с математическим ожиданием $\mu = 0,171$ и среднеквадратическим отклонением $\sigma = 5,644$.

Другими словами, вероятность того, что для любого показателя x_n изменения использования цифрового образовательного портала величина отклонения регрессионной функции $f(x_n)$ от фактического значения y_n на величину большее, чем $d(x_n) \in (d_0; d_1)$ определяется по формуле

$$P(d(x_n) \in (d_0; d_1)) = erf\left(\frac{d_1 - 0,171}{5,644}\right) - erf\left(\frac{d_0 - 0,171}{5,644}\right)$$

При исследовании на основе критерия Пирсона, в силу того, что критическая область для этой статистики является правосторонней:

$$[K_{кр}; +\infty)$$

где значение границы

$$K_{кр} = \chi^2(k-r-1; \alpha)$$

согласно таблицам распределения χ^2 и значениям σ ,

$$k = 13, r=2$$

(параметры μ и σ оценены по выборке) соответствуют

$$K_{кр} = 22,36$$

для уровня значимости $\alpha=0,05$.

Согласно вычислениям следует, что

$$K_{набл} = 12,97,$$

то есть

$$K_{набл} < K_{кр}$$

Таким образом, нет основания отвергать гипотезу: вероятность того, что для любого показателя x_n изменения использования цифрового образовательного портала величина отклонения регрессионной функции $f(x_n)$ от фактического значения y_n подчиняется распределению Гаусса с параметрам

$$\mu = 0,171 \text{ и } \sigma = 5,644$$

Заключение

В ходе исследования были описаны методы и подходы к построению, анализу и проверки адекватностей моделей временных рядов в применении к теории или практике образования, поэтому стоит обобщить найденные результаты и сделать заключение по исследованию.

Задача построения модели для нестационарного временного ряда была выполнена с помощью создания специальной модели, иначе говоря алгоритма для построения нелинейного тренда для временных рядов. Данная задача была рассмотрена в таких главах как методология и обзор литературы, и как следствие данных глав была создана модель построения аппроксимирующей функции на основе таких методов как метод наименьших квадратов, метод экспоненциального сглаживания и на основе теоремы о свойствах специального класса нелинейных функции, которые имеют линейность относительно своих параметров. Так же была проведена оценка нестационарности временных рядов с помощью автокорреляции и критерия Дарбина-Уотсона для определения наличие тренда.

Следующая задача, а именно определение основных характеристик нестационарного вре-

менного ряда была выполнена посредством построение программы, которая основывалась на предыдущей задаче. Методы для построения математической модели тренда и вспомогательная теорема была дискретизирована и переведена в программный код языка Python. Данная операция была более детально показана в главе дискретизация методов.

И наконец, последняя задача была осуществлена с помощью команды образовательной компании Bilim Land, которые представили статистические данные по баллам в Kundelik и по количеству посещений сайта за день(стейтов) за все четыре четверти 2020–2021 учебного года у классов с 2-го по 11-й для гуманитарных предметов. Результаты по данным временным рядам показаны в главе результаты и анализ данных. Так же там представлены оценки адекватности построенных трендов.

Оценка основных характеристик нестационарного ряда была выполнена посредством построения математической модели тренда временного ряда, что и является самым важным компонентом в оценке основных характеристик. Далее найденные аппроксимирующие функции тренда были оценены критерием Дарбина-Уотсона для остаточных членов на проверку автокорреляции остатков.

В заключении можно сказать, что задачи были решены и цель была достигнута. В будущих исследованиях так же можно было бы рассмотреть временные ряды с автокорреляцией не только первого порядка, но и последующих порядков, то есть временные ряды с периодичностью, и рассмотреть аппроксимирующие функции не только тренда, но и периода временных рядов, однако, конечно, в этом случаи нам понадобятся более обширные статистические данные, состоящие из 40 уровней и далее.

Таким образом, будет проведена систематизация моделей учебного процесса с использованием современных цифровых технологий эффективно учитывающее влияние на повышение учебной мотивации школьников;

- математическое подтверждение зависимости изменений успеваемости школьников от использования моделей учебного процесса с использованием современных цифровых технологий;

- обоснование доминирующих факторов, влияющих на повышение конвективных способностей школьников в учебном процессе с использованием цифровых технологий;

- методические рекомендации на совершенствование успеваемости школьников в учебном процессе с использованием цифровых технологий.

Литература

1. Duraku, Z. H., Hoxha, L. The impact of COVID-19 on education and on the well-being of teachers, parents, and students: Challenges related to remote (online) learning and opportunities for advancing the quality of education [Manuscript submitted for publication]. Faculty of Philosophy, University of Prishtina, 2020. P. 17–48.
2. Williamson, B., Eynon, R., Potter, J. Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency // *Learning, Media and Technology*, 2020. 45(2), 107-114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>
3. Sagdoldanova, A. A. Digital e-learning books and platforms in Kazakhstan's education system // *Education 2020: Topical issues and modern aspects.*- 2020. P.37-42.
4. Аяганова А. А. Обзор информационных систем в образовании // *Вестник КГПИ.* – 2022. –№.4 (68) – С. 96-104.
5. Nurkasheva, F. The importance of computer technology in learning english in distance learning format // *Bulletin of WKU.* 2021. V.83(3). P.7-7. [https://doi.org/10.37238/1680-0761.2021.83\(3\).7](https://doi.org/10.37238/1680-0761.2021.83(3).7)
6. Zaurbekovna, K. K., Sundetgali, M., Akbope, T. Effective platforms for distance learning of chemistry. In *The 7th International scientific and practical conference "Science, innovations and education: problems and prospects"* (February 9-11, 2022) (pp. 335-340) // CPN Publishing Group, Tokyo, Japan, 2022.
7. Мешкова Т. А., Изотов В. С., Демидкина О. В. Возможности использования стандартов и лучших практик ОЭСР в евразийской экономической интеграции // *Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика.* – 2019. – Т. 14. – №. 4. – С. 172-186.
8. Пересыпкина Ю. А., Тронева Ю. Г., Казанцева Г. Д. Информационно-коммуникационные технологии-реальность современного урока // *Развитие социально-устойчивой инновационной среды непрерывного педагогического образования.* – 2019. – С. 100-102.
9. Абросимова С. Ю. Информационно-коммуникационные технологии на уроках русского языка и литературы–путь к качественному современному образованию // *Современное образование: проблемы и перспективы развития.* – 2021. – С. 9 – 12.
10. Sandholtz, J. H., et al. *Teaching with technology: Creating student-centered classrooms.* Teachers College Press, Teachers College, Columbia University, 1997.
11. Badger, W., Reilly, R. C. *Teaching with Technology: Creating Student-Centered Classrooms.* Book Review // *Canadian Journal of Research in Early Childhood Education*, 1998. V.6(4). P. 367-368.
12. Voogt, J., Knezek, G. (Eds.). *International handbook of information technology in primary and secondary education-* // Springer Science & Business Media. 2008.
13. Howard, S. K., Mozejko, A. Considering the history of digital technologies in education. In *Teaching and digital technologies: Big issues and critical questions.* 2015. - P. 157-168.
14. Sousa, M. J., et al. Digital Learning Is an Educational Format towards Sustainable Education. *Sustainability.* 2022. – V.14(3). P. 1140. <https://doi.org/10.3390/su14031140>
15. Ашилова М. С., Бегалинов А. С., Бегалинова К. К. О влиянии цифровизации общества на казахстанское образование // *Science for Education Today.* – 2019. – Т. 9. – №. 6. – С. 40-51. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.1906.03>
16. Bokayev, B., Torebekova, Z., Davletbayeva, Z. Implementation of information and communication technology in the educational system of Kazakhstan: Challenges and opportunities. 2020. -V. 4(75). P. 32-44. <https://doi.org/10.52123/1994-2370-2020-75-4-32-43>
17. Раймкулов А. К., Садырова А. Т., Кисамитова М. Ж. Проблемы внедрения цифровых платформ дистанционного образования в учебном процессе на примере АХУ им. А. Селезнева // *Наука и образование сегодня.* – 2021. – №. 6 (65). – С. 48-55.
18. Sulaiman, E., et al. A correlation study between frequency of viewing YouTube and students' listening comprehension // *Jurnal Edulanguage*, 2022. V.8(2).- P. 14-27.
19. Козявина К., Боранбай М., Бейсембаев С. Дистанционное образование в Казахстане глазами учителей и экспертов: Вызовы и Возможности // *Paper Lab.* – 2020. – 49 С.
20. Бокаев Б. Н., Торебекова З. Оценка вовлеченности родителей в учебный процесс в период COVID-19: анализ социологического опроса (кейс Казахстана). – 2020. – С. 97 – 105.
21. Ilyasova, A. FEATURES OF THE USE OF ICT IN THE CONDITIONS OF A SMALL SCHOOL. In *development of modern innovative technologies and methods in educational institutions.* 2021. P.302-307.
22. Narasimhan, H., et al. Pairwise fairness for ranking and regression // *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence.* 2020. -V. 34(04). P. 5248-5255. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i04.5970>
23. Iztleuova, S., Imagambetova, A. Development of information culture of rural school children in the Republic of Kazakhstan // *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 2021. V. 8(3). P. 143-158. <https://doi.org/10.18844/prosoc.v8i3.6406>

24. Zabrovskaya, A., Rubleva, E. Gamification as an important educational tool to motivate students' activity in learning a foreign language // ICERI2019 Proceedings, (2019). 3142-3146. doi: 10.21125/iceri.2019.0800

25. Полежаев В. Д., Полежаева Л. Н. Нелинейные модели парной регрессии в курсе эконометрики //Современные проблемы науки и образования. – 2018. – №. 4. – С. 73-73.

26. Polezhaev, V. D., Polezhaeva, L. N., & Kamenev, V. V. (2017). Use of information and communication technologies for teaching physics at the Technical University. AIP Conference Proceedings, 1797(1), 030013. <https://doi.org/10.1063/1.4972452>

References

Abrosimova, S. Yu. (2021). Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii na urokakh russkogo yazyka i literatury–put' k kachestvennomu sovremennomu obrazovaniyu [Information and communication technologies in Russian language and literature lessons – a path to quality modern education]. *Sovremennoe obrazovanie: problemy i perspektivy razvitiya*, 9-12. (in Russian)

Ashilova, M. S., Begalinov, A. S., & Begalinova, K. K. (2019). O vliyaniy tsifrovizatsii obshchestva na kazakhstanskoye obrazovanie[On the impact of the digitalization of society on Kazakhstani education]. *Science for Education Today*, 9(6), 40-51. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.1906.03> (in Russian)

Ayaganova, A. A. (2022). Obzor informatsionnykh sistem v obrazovanii [Review of information systems in education]. *Vestnik KGPI*, 4(68), 96-104. (in Russian)

Badger, W., & Reilly, R. C. (1998). Teaching with Technology: Creating Student-Centered Classrooms. Book Review. *Canadian Journal of Research in Early Childhood Education*, 6(4), 367-368.

Bokayev, B., Torebekova, Z., & Davletbayeva, Z. (2020). Implementation of information and communication technology in the educational system of Kazakhstan: Challenges and opportunities. 4(75), 32-44. <https://doi.org/10.52123/1994-2370-2020-75-4-32-43>

Duraku, Z. H., & Hoxha, L. (2020). The impact of COVID-19 on education and on the well-being of teachers, parents, and students: Challenges related to remote (online) learning and opportunities for advancing the quality of education [Manuscript submitted for publication]. Faculty of Philosophy, University of Prishtina, 17–48.

Howard, S. K., & Mozejko, A. (2015). Considering the history of digital technologies in education. In *Teaching and digital technologies: Big issues and critical questions* (pp. 157-168).

Ilyasova, A. (2021). Features of the use of ict in the conditions of a small school. In *development of modern innovative technologies and methods in educational institutions* , 302-307.

Iztleuova, S., & Imagambetova, A. (2021). Development of information culture of rural school children in the Republic of Kazakhstan. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 8(3), 143-158. <https://doi.org/10.18844/prosoc.v8i3.6406>

Meshkova, T. A., Izotov, V. S., & Demidkina, O. V. (2019). Vozmozhnosti ispol'zovaniya standartov i luchshikh praktik OESR v evraziiskoi ekonomicheskoi integratsii [Possibilities of using OECD standards and best practices in Eurasian economic integration]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii: obrazovanie, nauka, novaya ekonomika*, 14(4), 172-186. (in Russian)

Narasimhan, H., et al. (2020). Pairwise fairness for ranking and regression. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 34(04), 5248-5255. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i04.5970>

Nurkasheva, F. (2021). The importance of computer technology in learning english in distance learning format. *Bulletin of WKU*, 83(3), 7-7. [https://doi.org/10.37238/1680-0761.2021.83\(3\).7](https://doi.org/10.37238/1680-0761.2021.83(3).7)

Peresypkina, Yu. A., Troneva, Yu. G., & Kazantseva, G. D. (2019). Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii-real'nost' sovremennogo uroka [Information and communication technologies – the reality of a modern lesson]. *Razvitie sotsial'no-ustoychivoi innovatsionnoi sredy nepreryvnogo pedagogicheskogo obrazovaniya*, 100-102. (in Russian)

Polezhaev, V. D., & Polezhaeva, L. N. (2018). Nelineynye modeli parnoy regressii v kurse ekonometriki [Nonlinear Models of Pairwise Regression in the Econometrics Course]. *Modern problems of science and education*, 4, 73-73. (in Russian)

Polezhaev, V. D., Polezhaeva, L. N., & Kamenev, V. V. (2017). Use of information and communication technologies for teaching physics at the Technical University. AIP Conference Proceedings, 1797(1), 030013. <https://doi.org/10.1063/1.4972452>

Raimkulov, A. K., Sadyrova, A. T., & Kisamitova, M. Z. (2021). Problemy vnedreniya tsifrovyykh platform distantsionnogo obrazovaniya v uchebnom protsesse na primere AKhU im. A. Selezneva [Challenges of Implementing Digital Distance Learning Platforms in the Educational Process: A Case Study of ASU named after A. Seleznev]. *Science and Education Today*, 6(65), 48-55. (in Russian)

Sagdoldanova, A. A. (2020). Digital e-learning books and platforms in Kazakhstan's education system. *Education 2020: Topical issues and modern aspects*, 37-42.

Sandholtz, J. H., et al. (1997). *Teaching with technology: Creating student-centered classrooms*. Teachers College Press, Teachers College, Columbia University.

Sousa, M. J., et al. (2022). Digital Learning Is an Educational Format towards Sustainable Education. *Sustainability*, 14(3), 1140. <https://doi.org/10.3390/su14031140>

Sulaiman, E., et al. (2022). A correlation study between frequency of viewing YouTube and students' listening comprehension. *Jurnal Edulanguage*, 8(2), 14-27.

Voogt, J., & Knezek, G. (Eds.). (2008). *International handbook of information technology in primary and secondary education*. Springer Science & Business Media.

Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107-114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>

Zabrovskaya, A., & Rubleva, E. (2019). Gamification as an important educational tool to motivate students' activity in learning a foreign language. *ICERI2019 Proceedings*, 3142-3146. doi: 10.21125/iceri.2019.0800

Zaurbekovna, K. K., Sundetgali, M., & Akbope, T. (2022). Effective platforms for distance learning of chemistry. In *The 7th International scientific and practical conference "Science, innovations and education: problems and prospects"* (February 9-11, 2022) (pp. 335-340). CPN Publishing Group, Tokyo, Japan.

Kozyavina, K., Boranbay, M., & Beisembaev, S. (2020). Distantionnoe obrazovanie v Kazakhstane glazami uchiteley i ekspertov: Vyzovy i Vozmozhnosti [Distance Education in Kazakhstan through the Eyes of Teachers and Experts: Challenges and Opportunities]. *Paper Lab*, 49.

Bokaev, B. N., & Torebekova, Z. (2020). Otsenka vovlechennosti roditeley v uchebnyy protsess v period COVID-19: analiz sotsiologicheskogo oprosa (keis Kazakhstana) [Assessment of Parental Involvement in the Educational Process during COVID-19: A Sociological Survey Analysis (Case of Kazakhstan)], 97-105.