

ISSN 1694-6065

ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР
НАН КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КОМИТЕТ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ КЫРГЫЗСТАНА



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕХАНИКИ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ,
ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
№ 50 (4), 2022 г

БИШКЕК-2022

УНБ

ISSN 1694-6065

ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР НАН
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КОМИТЕТ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ КЫРГЫЗСТАНА



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕХАНИКИ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ,
ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 50(4), 2022 г

БИШКЕК-2022

Журнал издается
с января
2001 года

Выходит 4 раза в год

Учредитель:
Институт геомеханики
и освоения недр
Национальной
Академии наук
Кыргызской
Республики.

Адрес редакции:
Кыргызская
Республика,
г. Бишкек,
ул. Медерова, 98,

тел: +996 312 541 115,
+996 312 54 11 17,
+996 554 62 40 68
факс: +996 312 541 117

Журнал
зарегистрирован в
Министерстве
юстиции КР
Свидетельство
№ 2179 от 25.03.2016

ISSN 1694-6065

Подписано в печать
20.12.2022 г.
Тираж 200 экз.
Заказ

Отпечатано в
типографии
КГТУ им. И. Раззакова

Рецензируемое научно-периодическое
издание

Редакционная коллегия:

Главный редактор
Кожоголов К.Ч., академик НАН КР, д.т.н.,
профессор, ifmgr@yandex.ru

Ответственный секретарь
Орозобекова А.К., к.ф.-м.н., в.н.с.,
oakk@mail.ru

Члены редколлегии

Айтматов И.Т. – акад. НАН КР, д.т.н., проф
(КР);

Ахметов Б.С. – д.т.н., профессор (РК);

Бримкулов У.Н. – чл.-корр. НАН КР, д.т.н.,
профессор (КР);

Бийбосунов Б.И. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Баймахан Р.Б. – д.т.н., профессор (РК);

Бийбосунов А.И. – д.ф.-м.н. (КР);

Воробьев А.Е. – д.т.н., профессор (Россия).

Ершина А.К., – д.ф.-м.н., профессор (РК)

Жаманбаев М.Ж. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Исманбаев А.И. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Кабаева Г.Д. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Никольская О.В. – д.т.н. (КР);

Рычков Б.А. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Рыбин А.К. – д.ф.-м.н. (КР);

Тажибаев К.Т. – д.т.н., профессор (КР);

Тлебаев М.Б. – д.т.н., профессор (РК)

Чечейбаев Б.Ч. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Чормонов М.Б. – д.ф.-м.н., профессор (КР);

Материалы напечатаны с оригиналов авторов.
Журнал индексируется в библиографической
базе РИНЦ.

УДК 531

ББК 22.25 © Институт геомеханики и
освоения недр НАН КР и Комитет по
теоретической и прикладной механике
Кыргызстана, 2022

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ

Выпуск пятидесятый (4), 2022 г.

УДК 624.131

СУТОЧНЫЕ ТЕРМОДЕФОРМАЦИИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО СКЛОНА ТОКТОГУЛЬСКОЙ ГЭС

Сыдыкова А.С., Эмильбеков Б.Э.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

Анализируются суточные деформации, выделенные из почасовых
показаний автоматизированного гидростатического нивелира.

Ключевые слова: деформационный мониторинг, гидростатический
нивелир, временные ряды, суточные деформации.

ТОКТОГУЛ ГЭСИНИН ТОО КАПТАЛЫНДАГЫ ОН ЖЭЭКТИГИ СУТКАЛЫК ЖУЛУУЛУК ДЕФОРМАЦИЯСЫ

Сыдыкова А.С., Эмильбеков Б.Э.

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын
Геомеханика жана жер казынасын иштетүү институту

Автоматташтырылган гидростатикалык деңгээлдин сааттык
көрсөткүчтөрүнөн алынган суткалык деформациялар талданат.

Баштапкы сөздөр: деформациялык мониторинг, гидростатикалык
нивелир, математикалык убакыт катары, суткалык деформациясы.

DAY TERMOELASTIC DEFORMATIONS OF TOKTOGUL HES RIGHT SLOPE

Sydykova A.S., Emilbekov B.E.

Institute of Geomechanics and Subsoil Development of the National
Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Day deformations from every hour data of hidrostatic levels is analysed

Key words: deformation monitoring, hidrostatic levels, time series, day
deformations.

ИГОН НАН КР проводит деформационный мониторинг
потенциально неустойчивого блока 59-1 правобережного склона,

примыкающего к Токтогульской ГЭС начиная с 2004 г. Краткое описание блока 59-1 приведено в [1]. Основной задачей мониторинга является выявление естественных длительных неупругих (необратимых) микродеформаций наблюдаемого массива. Используемая аппаратура обладает высокой чувствительностью, что приводит к появлению разнообразных случайных ошибок измерений. Одной из причин разброса данных могут служить суточные упругие температурные деформации.

Для выявления суточных деформаций и их последующего анализа были использованы данные почасовых измерений вертикальной составляющей перемещений блока 59-1 относительно тыловой, условно неподвижной части массива, полученные автоматизированным гидростатическим нивелиром китайской фирмы NARI в 2009-2010 гг. На графиках знак плюс означает перемещение подвижного блока вверх, минус - вниз. Имеющиеся временные ряды характеризуются повышенным разбросом данных [2].

Цель обработки состоит в выделении суточного полезного сигнала на фоне сильных помех и оценке его статистических характеристик. О существовании суточных деформаций свидетельствуют результаты спектрального анализа, приведенные в [1]. В амплитудном спектре выделяются 8-, 12- и 24-часовые компоненты вертикальных движений, представляющие основную (24 часа) и кратные ей гармоники. На наличие суточных упругих деформаций указывает и построенная по обрабатываемым данным выборочная автокорреляционная функция, представленная на рис.1. Объем выборки – 480 часов, что соответствует 20 суткам.

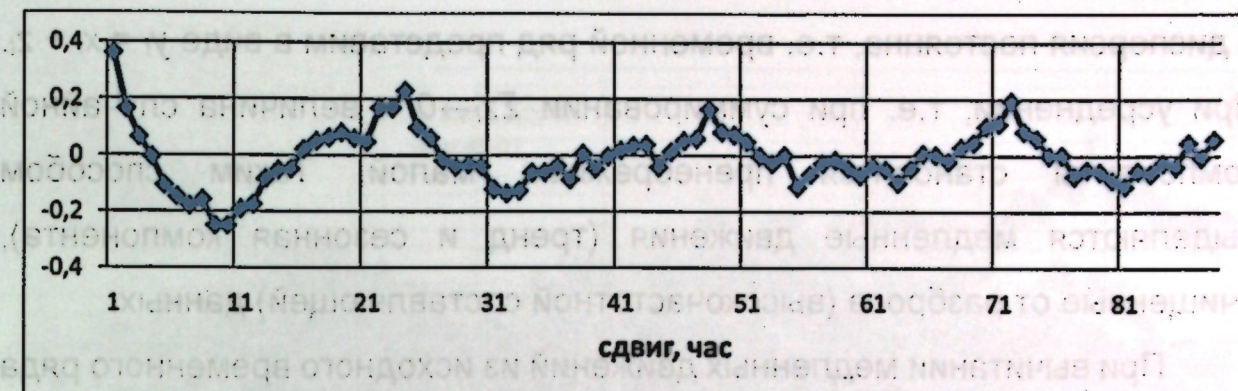


Рис.1 Выборочная автокорреляционная функция

Видно, что имеется достаточно высокая положительная корреляция при сдвиге на одну точку, что соответствует 1 часу, сохраняя положительную корреляцию до 3 часов. Это означает, что если имеет место некоторое большое значение показаний нивелира, превышающее среднее значение, то весьма вероятно, что через три часа оно спадет ниже среднего значения, и наоборот. Выборочные оценки для сдвигов от 4 до 16 часов устойчиво отрицательны. Это означает, что среднее положительное отклонение от среднего значения имеет тенденцию к последующему отрицательному отклонению с задержкой от 4 до 16 часов. В случаях, когда значения автокорреляционной функции крайне малы, подобные выводы могут быть ненадежны. В целом автокорреляционная функция обнаруживает явную периодичность с периодом 24 часа, что связано с наличием суточных термоупругих деформаций.

Суть обработки заключается в том, что, несмотря на большой разброс, исходные данные содержат в себе полезные сигналы: тренд, сезонная и суточная компоненты. Методика выделения полезного сигнала состоит в выборе рационального значения объема скользящего окна для низкочастотного фильтра. Основное предположение состоит в том, что регистрируемый сигнал (временной ряд) y_t состоит из полезных сигналов (систематические компоненты) x_t и случайной компоненты z_t , причем математическое ожидание y_t равно нулю,

а дисперсия постоянна, т.е. временной ряд представим в виде $y_t = X_t + Z_t$. При усреднении, т.е. при суммировании $\sum Z_t \rightarrow 0$ и величина случайной компоненты становится пренебрежимо малой. Таким способом выделяются медленные движения (тренд и сезонная компонента), очищенные от разброса (высокочастотной составляющей) данных.

При вычитании медленных движений из исходного временного ряда получаем так называемый остаток. Для выделения суточных деформаций необходимо сделать предположение, что они остаются примерно постоянными в течение достаточно длительного времени. Тогда задача сводится к выделению периодической составляющей постоянной формы из остатка. Из постоянства формы сигнала следует, что выбирая объем выборки равный или кратный одним суткам, при суммировании значений в таком временном окне получаем математическое ожидание суточных деформаций равным нулю. Это означает, что суточная компонента переходит в остаток без искажений.

Применялся модифицированный нерекурсивный фильтр низких частот [4], объем скользящего окна составлял трое суток, т.е. 72 отсчета. Простейшая обоснованная процедура состоит в том, что сначала вычисляется остаток при объеме скользящего окна кратном 1 суткам, затем производится суммирование данных остатка в определенные моменты времени (8 часов, 9 часов и т.д.). В итоге выделяются суточные компоненты, поскольку при суммировании в конкретное время суток значение случайной компоненты становится пренебрежимо малым. Объем выборки для оценки величин суточных деформаций превышал месяц и составлял 40 суток.

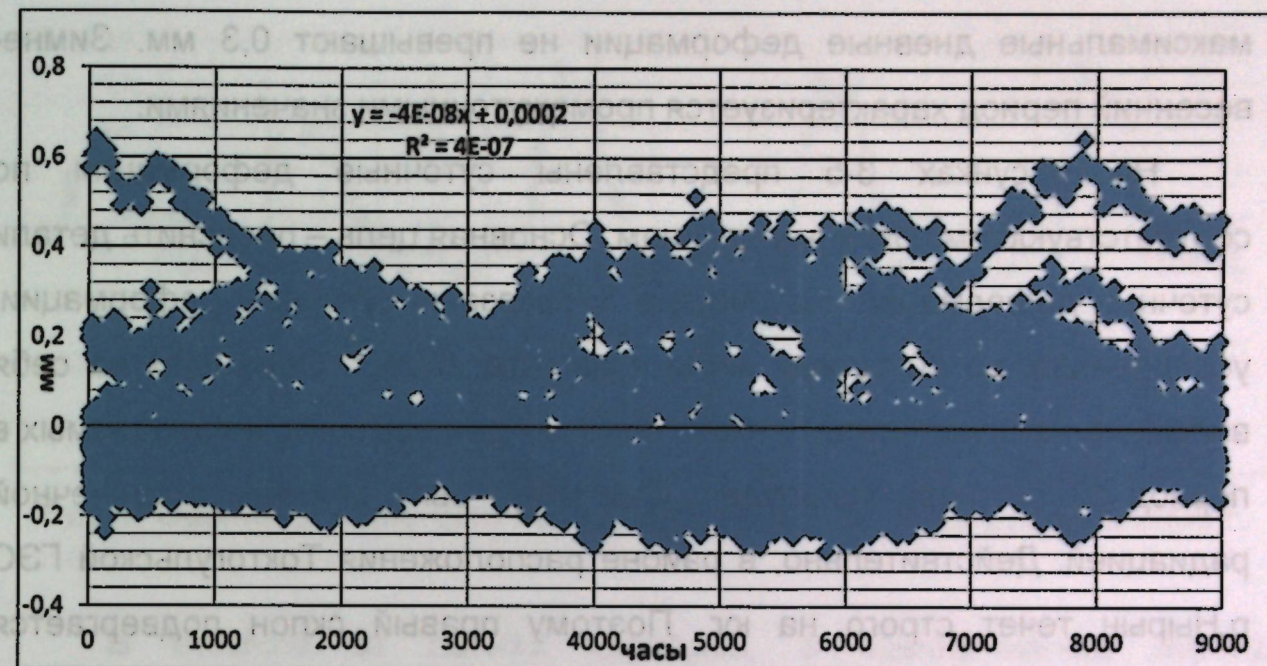


Рис.2. Суточные термоупругие деформации 2009-2010 гг.

На рисунке 2 приведены почасовые значения суточных деформаций в течение года с середины июля 2009 г по август 2010 г. Там же приведена (темная линия) регрессионная прямая и ее характеристики с целью проверки правильности вычислений. Видно, что среднее значение практически равно нулю (на два порядка ниже чувствительности прибора), что свидетельствует о правильности использованной методики вычитаний медленных движений. В виде пояснения к рис.2 приведена табл.1, в которой показаны интервалы часов для использованных для обработки месяцев года.

Значения часов на конец месяца

Табл.1

07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06
432	1177	1897	2651	3361	4105	4849	5521	6265	6984	7728	8448

Из рисисунке 2 видно, что годовые суточные деформации можно разделить на три части. В летние периоды имеются ярко выраженные максимумы деформаций, достигающие 0,6 мм и значительно превышающие основную массу показаний. В осенне-зимний период

максимальные дневные деформации не превышают 0,3 мм. Зимне-весенний период характеризуется промежуточными значениями.

На рисунках 3-5 представлены суточные деформации по соответствующим погодным сезонам. Основная цель – прояснить детали суточных деформаций. На рисунке 3. показаны суточные деформации, усредненные по 40 суткам июля и августа 2009 г. Обращает на себя внимание наличие острых пиков тепловых деформаций, наблюдаемых в период 12-13 часов пополудни. Они могут быть связаны с солнечной радиацией. Действительно, в районе расположения Токтогульской ГЭС р.Нарын течет строго на юг. Поэтому правый склон подвергается интенсивной солнечной радиации и, соответственно, нагревается до 13 часов, после чего попадает в тень. Подобные пики суточных деформаций наблюдаются в летние периоды и на фоторегистрограммах кварцевых деформографов станции №4 левого склона р.Нарын, наиболее близко расположенной к свободной поверхности склона [5]. При этом пик деформаций наблюдается в 17 часов, после чего левый склон также попадает в тень. По-видимому, наличие таких пиков может быть объяснено процессами тепло- и температуропередачи.



Рис.3. Летние суточные деформации, июль 2009 г.



Рис.4. Осенне-зимние суточные деформации, октябрь-декабрь 2009 г.

В отличие от летних периодов, в осенне-зимний период наблюдаются два выраженных максимума. Первый, как и летом, в 12-13 часов, что связано с солнечной радиацией, второй в 15-17 часов, именно в это время наблюдается суточный температурный максимум в тени. Поскольку суточные деформации вычислялись по выборке в 40 суток, этот эффект может быть связан с чередованием в это время солнечных и пасмурных дней.

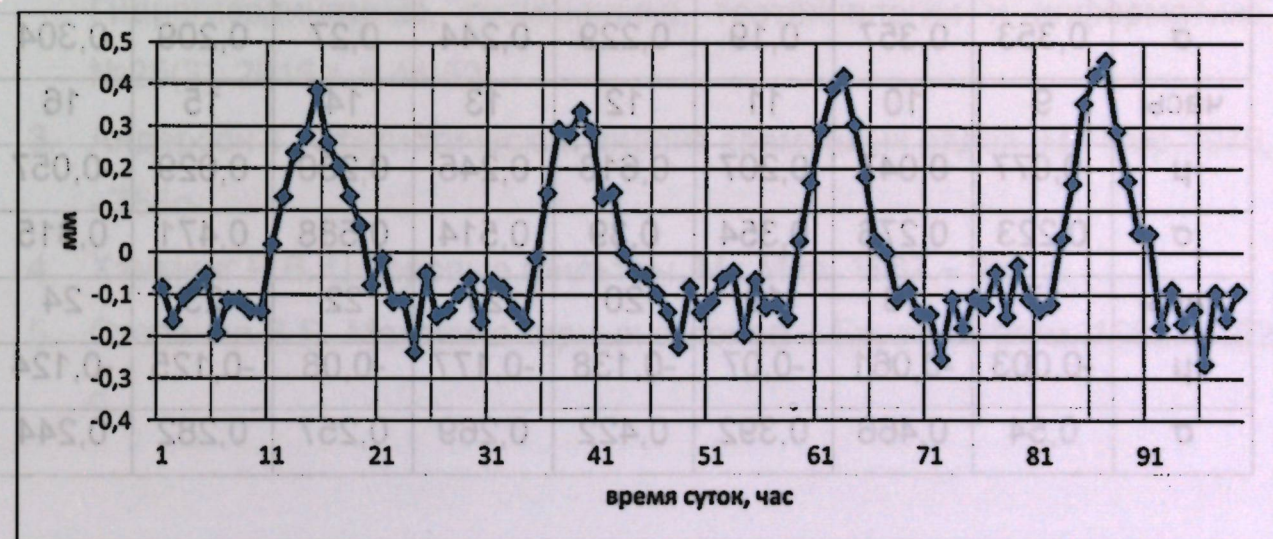


Рис.5. Зимние суточные деформации, февраль 2010 г.

Представленные на рис.5. суточные деформации в зимний период снова характеризуются одним максимальным значением, однако уже в 15-

17 часов, что характерно для хода температуры в тени или в пасмурную погоду. Максимальные значения температурных деформаций выше, чем в осенне-зимний период, что может быть связано с наличием только одного максимума и сделанного в самом начале статьи предположения, что математическое ожидание суточных деформаций равно нулю.

Таким образом, приведенные выше суточные деформации представляют собой некоторые усредненные значения по 40 суткам. Чтобы иметь более ясное представление о суточных деформациях, в табл.2 приведены почасовые средние значения (математические ожидания) и их стандартные отклонения, подсчитанные по 36 значениям для июля-августа 2009 г. Значение 36 взято из соображений удобства при подсчете доверительных интервалов математических ожиданий.

Таблица 2. Средние значения и стандартные отклонения суточных деформаций, июль-август 2009 г.

часы	1	2	3	4	5	6	7	8
μ ,	-0,40	0,009	-0,086	-0,09	-0,033	-0,097	-0,068	-0,025
σ	0,353	0,357	0,19	0,229	0,244	0,27	0,209	0,304
часы	9	10	11	12	13	14	15	16
μ	-0,077	0,047	0,207	0,613	0,245	0,230	0,029	-0,057
σ	0,223	0,276	0,354	0,39	0,514	0,588	0,471	0,315
часы	17	18	19	20	21	22	23	24
μ	-0,003	-0,061	-0,07	-0,138	-0,177	-0,08	-0,125	-0,124
σ	0,54	0,466	0,392	0,422	0,269	0,257	0,282	0,244

Видно, что стандартные отклонения имеют высокие значения и доверительные интервалы $\pm 2\sigma$ превышают математические ожидания, что является характерной чертой разброса данных автоматизированных гидростатических нивелиров [2]. Вместе с тем, результаты усреднений по большим объемам выборок, приведенные в настоящей статье (рис.2.-

рис.5.) указывают на наличие устойчивых закономерностей суточных деформаций. Это позволяет утверждать, что суточные температурные деформации действительно имеют место. Они интенсивны в период от 11 до 18 часов. Отсюда следует практически важный вывод, что снятие показаний приборов деформационного мониторинга нужно проводить в утренние часы (9-10 часов). В это время величины суточных деформаций близки к нулю, а ошибки измерений (стандартные отклонения) минимальны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манжиков Б.Ц., Тилегенов К. Мобильность потенциально неустойчивых скальных массивов на участке Токтогульской ГЭС //Современные проблемы механики сплошных сред: Вып.17: Гидрогазодинамика, геомеханика и геотехнологии, с.125-135.
2. Сыдыкова А.С., Тилегенов К., Эмильбеков Б.Э. О показаниях гидростатических нивелиров при деформационном мониторинге горных склонов //Современные проблемы механики: Гидрогазодинамика, геомеханика, геотехнологии и информатика, №25(3), 2016 г, с.44-52.
3. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. М.: Мир,1976, - 755с
4. Хэмминг Р.В. Цифровые фильтры. М.: Мир, 1987,– 221 с.
5. Степанов В.Я. Механика горных склонов – Бишкек: Илим, 1992.– 192 с.

УДК 532.546

АЛГОРИТМ МЕТОДА КРУПНЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ РАСЧЕТА ГЕМОДИНАМИКИ В ОДИНОЧНОМ СОСУДЕ

Чечейбаев А.Б., Байышева Ж.Б.

Инновационный колледж АУЦА, КГМА им. И. Ахунбаева, г. Бишкек

Предлагается вычислительный алгоритм метода крупных частиц для моделирования гемодинамики в одиночном кровеносном сосуде. Описываются разностные схемы метода крупных частиц.

Ключевые слова: гемодинамика, математическая модель, метод крупных частиц, алгоритм, разностные схемы.

ОБОЧОЛОНГОН КАН ТАМЫРДАГЫ ГЕМОДИНАМИКАЛЫК АГЫМДАРДЫ ЭСЕПТӨӨ ҮЧҮН ЧОҢ БӨЛҮКЧӨЛӨР ЫКМАСЫНЫН АЛГОРИТМИ

Чечейбаев А.Б., Байышева Ж.Б.

БААУнун Инновациялык колледжи, И. Ахунбаев атындагы КММА

Обочолонгон кан тамырдагы гемодинамикалык агымдардын динамикасын моделдештирүү үчүн чоң бөлүкчөлөр ыкмасынын эсептөө алгоритми сунушталат. Чектүү айырмалар сунушталат.

Баштапкы сөздөр: Гемодинамика, математикалык модель, чоң бөлүкчөлөр ыкмасы, алгоритм, сандык айырмалар.

ALGORITHM OF THE LARGE-PARTICLE METHOD TO DESCRIBE HEMODYNAMICS IN A SINGLE VESSEL

Checheibaev A., Baiysheva Zh.

Technical school of Innovation of American University of Central Asia, Kyrgyz State Medical Academy

The computational numerical algorithm of Large-Particle Method has been proposed to predict hemodynamic flows in blood vessel. The finite-difference schemes are presented.

Keywords: the hemodynamics, mathematical model, the Large-Particle Method, algorithm, difference schemes.

В настоящее время становится все более важным вопрос разработки полномасштабных моделей кровеносной системы человека, что позволяет получать детальную пространственно-временную картину течения крови с учетом влияния гемодинамики различных сосудов [1].

В силу того, что возможности экспериментальных медицинских исследований гемодинамических процессов существенно ограничены, крайне важное значение приобретает разработка эффективных вычислительных алгоритмов, а также проведение с помощью них широкомасштабных вычислительных экспериментов [1].

Математическая модель течения крови в одиночном сосуде представляет собой систему нелинейных гиперболических уравнений в частных производных [1, 2]:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial su}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u^2}{2} + \frac{p}{\rho} \right) = f_e + f_R, \quad (2)$$

$$s = s(p), \quad (3)$$

где t - время, x - продольная координата, $s(x, t)$ - площадь поперечного сечения сосуда, $u(x, t)$ - осредненная по поперечному сечению скорость движения крови вдоль сосуда, ρ - плотность крови, которая принимается постоянной, f_e - приведенная внешняя сила, f_R - приведенная сила сопротивления (трения), обусловленная вязкими свойствами крови.

Зависимость площади поперечного сечения от давления может рассчитываться, например, с помощью следующей упрощенной модельной зависимости [3]:

$$s = s(p) = \begin{cases} s_{min} + \frac{s_{max} - s_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (p - p_{min}), & p_{min} \leq p \leq p_{max} \\ s_{min}, & p < p_{min} \\ s_{max}, & p > p_{max} \end{cases} \quad (4)$$

Как видно из (1) – (3), математическая модель движения крови в одиночном сосуде состоит из уравнения неразрывности и уравнения динамики крови в сосуде, а также из уравнения состояния для сосуда, характеризующего упруго-пластичный характер зависимости изменения площади от давления в крови.

Метод крупных частиц [4-5 и др.], разработанный крупным советским и российским ученым Ю.М. Давыдовым, стал одним из мощных инструментов для решения современных задач механики сплошных и сыпучих сред наряду с такими методами, как метод конечных элементов и метод конечных объемов.

Приведем ниже вычислительный алгоритм метода крупных частиц для моделирования движения крови в одиночном сосуде человека.

Для решения системы (1)-(3) область интегрирования покрывается неподвижной в пространстве эйлеровой сеткой в декартовой системе координат.

Алгоритм метода крупных частиц для расщепления системы (1)-(3) состоит из трех этапов.

Эйлеров этап. На этом этапе, согласно описанию алгоритма метода крупных частиц [4-5], изменяются лишь величины, относящиеся к ячейке в целом, а площадь поперечного сечения сосуда предполагается заторможенной. Здесь исходная система (1)-(3) сводится к решению только уравнения (2), записанного в следующей форме:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} = f_e + f_R. \quad (5)$$

Аппроксимируя дифференциальное уравнение (4) конечными разностями, для ячейки с адресом (i) в момент времени $t = t^n$ на

эйлеровом этапе получаем явные разностные схемы первого порядка точности по времени и второго по пространству:

$$\tilde{u}_i^n = u_i^n + \Delta t \cdot \left[\frac{u_{i-\frac{1}{2}}^n - u_{i+\frac{1}{2}}^n}{\Delta x} \cdot u_i^n + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{p_{i-\frac{1}{2}}^n - p_{i+\frac{1}{2}}^n}{\Delta x} + (f_e)_i^n + (f_R)_i^n \right]. \quad (6)$$

Так, на эйлеровом этапе метода крупных частиц мы находим значения скоростей кровяного потока внутри одиночного сосуда \tilde{u}_i^n .

Лагранжев этап. Здесь мы вычисляем эффекты переноса, учитывающие обмен между ячейками при их перестройке на прежнюю эйлерову сетку. Здесь находятся за время Δt «потoki масс» ΔM^n через границы эйлеровых ячеек. Фактически «потoki масс» в нашем случае служат потоки объемов крови через границы эйлеровых ячеек.

Разностный аналог уравнения неразрывности (1) записывается в следующем виде:

$$s_i^{n+1} \cdot \Delta x = s_i^n \cdot \Delta x + \Delta M_{i-\frac{1}{2}}^n - \Delta M_{i+\frac{1}{2}}^n \quad (7)$$

Будем определять «потoki масс» на лагранжевом этапе с помощью следующих формул:

$$\begin{aligned} \Delta M_{i-\frac{1}{2}}^n &= \langle s_{i-\frac{1}{2}}^n \rangle \cdot \langle \tilde{u}_{i-\frac{1}{2}}^n \rangle \cdot \Delta t, \\ \Delta M_{i+\frac{1}{2}}^n &= \langle s_{i+\frac{1}{2}}^n \rangle \cdot \langle \tilde{u}_{i+\frac{1}{2}}^n \rangle \cdot \Delta t, \end{aligned} \quad (8)$$

где «потoki масс» через границы эйлеровых ячеек могут быть рассчитаны с помощью формул первого или второго порядков точности [4-5].

Приведем формулы первого порядка точности для расчета, например, $\Delta M_{i+\frac{1}{2}}^n$.

$$\text{Если } \tilde{u}_i^n + \tilde{u}_{i+1}^n \geq 0, \text{ то } \tilde{u}_{i+\frac{1}{2}}^n = (\tilde{u}_i^n + \tilde{u}_{i+1}^n)/2, \quad s_{i+\frac{1}{2}}^n = s_i^n. \quad (9)$$

$$\text{Если } \tilde{u}_i^n + \tilde{u}_{i+1}^n < 0, \text{ то } \tilde{u}_{i+\frac{1}{2}}^n = (\tilde{u}_i^n + \tilde{u}_{i+1}^n)/2, \quad s_{i+\frac{1}{2}}^n = s_{i+1}^n.$$

Для вычисления потоков ΔM^n можно также использовать формулы второго порядка точности.

Если $\tilde{u}_i^n + \tilde{u}_{i+1}^n > 0$ и $\tilde{u}_{i+1/2}^n = \tilde{u}_i^n + \left(\frac{\partial \tilde{u}}{\partial x}\right)_i^n = \tilde{u}_i^n + \frac{\tilde{u}_{i+1}^n + \tilde{u}_{i-1}^n}{4} > 0$, то

$$\tilde{u}_{i+1/2}^n = \tilde{u}_i^n + \frac{\tilde{u}_{i+1}^n + \tilde{u}_{i-1}^n}{4}, \quad s_{i+1/2}^n = s_i^n + \frac{s_{i+1}^n + s_{i-1}^n}{4}. \quad (10)$$

Если $\tilde{u}_i^n + \tilde{u}_{i+1}^n < 0$ и $\tilde{u}_{i+1/2}^n = \tilde{u}_{i+1}^n - \left(\frac{\partial \tilde{u}}{\partial x}\right)_{i+1}^n = \tilde{u}_{i+1}^n - \frac{\tilde{u}_{i+2}^n + \tilde{u}_i^n}{4} < 0$, то

$$\tilde{u}_{i+1/2}^n = \tilde{u}_{i+1}^n - \frac{\tilde{u}_{i+2}^n + \tilde{u}_i^n}{4}, \quad s_{i+1/2}^n = s_{i+1}^n - \frac{s_{i+2}^n + s_i^n}{4}.$$

В случае, если $\tilde{u}_i^n + \tilde{u}_{i+1}^n > 0$ и $\tilde{u}_{i+1/2}^n = \tilde{u}_i^n + \left(\frac{\partial \tilde{u}}{\partial x}\right)_i^n = \tilde{u}_i^n + \frac{\tilde{u}_{i+1}^n + \tilde{u}_{i-1}^n}{4} < 0$, то полагаем, что $\Delta M_{i+1/2}^n = 0$.

Необходимо отметить, что возможны и другие способы вычисления величин $\tilde{u}_{i+1/2}^n, s_{i+1/2}^n$, вытекающие из особенностей рассматриваемого течения.

Заключительный этап.

На этом этапе находятся окончательные значения площади поперечного сечения кровеносного сосуда потока на фиксированной сетке в момент времени $t^{n+1} = t^n + \Delta t$.

Новые значения площади поперечного сечения определяются согласно следующей разностной формуле:

$$s_i^{n+1} = s_i^n + \frac{\Delta M_{i-1/2}^n - \Delta M_{i+1/2}^n}{\Delta x} \quad (11)$$

Далее, для тестирования вычислительного алгоритма метода крупных частиц может быть рассмотрена следующая тестовая задача, допускающая аналитическое решение. Исходная система (1) – (3) записывается с правыми частями специального вида [1]:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \rho \cdot c_0^2 \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad (12)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = f_e + f_R, \quad (13)$$

$$s = s(p), \quad (14)$$

Система уравнений (12)-(14) может быть получена из системы (1)-(3) при пренебрежении конвективными слагаемыми и в предположении о постоянной скорости распространения пульсовой волны [2].

На левой границе области интегрирования известен расход крови:

$$Q_L(t) = \begin{cases} 8000 \cdot \left(-\frac{5}{9} \cdot \psi^2 + \frac{1}{3} \cdot \psi\right), & \psi \leq 0,3 \\ 0, & \psi > 0,3 \end{cases} \quad (15)$$

Здесь $\psi = \left\{\frac{t}{0,8}\right\}, \{x\}$ – функция вычисления дробной части заданного числа x ; расход крови измеряется в $\frac{\text{см}^3}{\text{с}}$.

Отметим, что граничное условие (15) моделирует сердечный выброс в системе кровообращения человека [1-2].

На правой границе области интегрирования поддерживается постоянное давление:

$$p_R = 100 \text{ мм рт.ст} \quad (16)$$

Итак, мы привели разностные схемы метода крупных частиц для расчета динамики крови в одиночном сосуде (6)-(11), а также условия тестовой задачи (12)-(14) с граничными условиями (15)-(16).

ЛИТЕРАТУРА

1. Астраханцева Е.В. Численное моделирование гемодинамики крупных кровеносных сосудов. Автореферат дисс. к.ф.м.н. – М.: МАИ, 2006. – 21 с.
2. Абакумов М.В., Есикова Н.Б., Мухин С.И., Соснин Н.В., Тишкин В.Ф., Фаворский А.П. Разностная схема решения задач гемодинамики на графе // Препринт. – М.: Диалог-МГУ, 1998.
3. Свиридова Н.В., Власенко В.Д. Моделирование гемодинамических процессов сердечно-сосудистой системы на основе данных периферической артериальной пульсации. // Математическая биология и биоинформатика, 2014, Т. 9, №1, с. 195-205.

4. Ю.М. Давыдов. Крупных частиц метод. В кн.: Математическая энциклопедия. Т. 3. – М.: Советская энциклопедия, 1982. – С. 125-129.
5. Yuri M. Davydov. Large-Particle Method. In.: Encyclopaedia of Mathematics, vol.5. -Dordrecht/Boston/London: Kluwer academic publishers, 1990, p.p. 358-360.

УДК 519.866.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВВП КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С ПОМОЩЬЮ ВРЕМЕННОГО РЯДА ЗА 2000 – 2020гг.

Курманбек у.Т., Давлятова Б.

КГУ им. И.Арабаева, КГТУ им. И. Раззакова

В данной статье рассматривается построение качественной модели для ВВП Кыргызской Республики, с использованием статистических данных ВВП за 2000 – 2020 гг. Проводится анализ данных с целью определения формы модели, проверяется качество модели и определяются прогнозные значения ВВП на ближайшие годы.

Ключевые слова. Временные ряды, метод наименьших квадратов, тенденция, автокорреляционная функция, коррелограмма, критерий Дарбина–Уотсона, тест Фостера–Стьюарта, стационарные ряды, авторегрессионное преобразование AR (1), валовый внутренний продукт (ВВП).

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ИЧКИ ДҮҢ ПРОДУКЦИЯСЫН 2000 - 2020 жж. КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН КОЛДОНУУ МЕНЕН МОДЕЛДӨӨ ЖАНА ПРОГНОЗДОО

Курманбек у.Т., Давлятова Б.

И.Арабаев атындагы КМУ, И. Раззаков ат. Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Бул макалада 2000-2020-жылдарга карата ИДПнын статистикасын колдонуу менен Кыргыз Республикасынын ИДПсынын сапаттык моделин түзүү талкууланат. Маалыматтарды талдоо моделдин формасын аныктоо үчүн жүргүзүлөт, моделдин сапаты текшерилет жана жакынкы жылдарга ИДПнын болжолдуу маанилери аныкталат.

Баштапкы сөздөр. Убакыт катарлары, эң аз квадраттар методу, тренд, автокорреляция функциясы, коррелограмма, Дурбин-Уотсон тести,

Фостер-Стюарт тести, стационардык катар, AR(1) авторегрессивдүү трансформация, ички дүң продукция (ИДУ).

THE STUDY OF THE GDP OF THE KYRGYZ REPUBLIC USING A TIME SERIES FOR 2000-2020

Kurmanbek T., Davlyatova B.

KSU. I. Arabaeva,

Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov

This article discusses the construction of a qualitative model for the GDP of the Kyrgyz Republic, using statistical data of GDP for 2000-2020. Data analysis is carried out in order to determine the shape of the model, the quality of the model is checked and the projected GDP values for the coming years are determined.

Keywords. Time series, least squares method, tendency, autocorrelation function, correlogram, Darbin-Watson criterion, Foster–Stewart test, stationary series, autoregressive transformation AR(1), Gross Domestic Product (GDP).

В данной работе рассматриваются данные ВВП Кыргызской Республики за 2000–2020 гг. для исследования этого показателя – характер поведения, структуру ряда, выбор и построение соответствующей модели, прогнозирование на ближайшие годы.

Данные ВВП КР приведены в следующей таблице 1.

Таблица 1

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ВВП, млн с.	65357,9	73883,3	75240,4	83871,6	94350,6	100899,2	113800,1

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ВВП, млн с.	141897,7	187991,9	201222,9	220369,3	285989,1	310471,3	350028,0

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ВВП, млн с.	400694,0	423635,3	458027,4	520958,6	569385,6	619102,7	598344,5

Исследование данных, выбор и обоснование соответствующей модели, построение и проверка адекватности модели разбиваем на несколько последовательных этапов:

- анализ поведения данных временного ряда – стационарность или не стационарность ряда, наличие тренда, периодических колебаний;
- выбор и обоснование вида соответствующей модели, построение модели;
- проверка адекватности модели;
- прогнозирование ВВП на ближайшие годы.

В связи с тем, что в эконометрическом моделировании используются ограниченное количество статистических данных, т.е. выборочная совокупность значений исследуемых переменных, а также стохастический характер зависимой переменной и большое разнообразие видов применяемых моделей, получение качественной модели для исследования и прогнозирования, требует в каждом случае находить более соответствующие подходы и выполнение большого объема работ.

1. Исследование поведения временного ряда ВВП КР.

График данных может показать поведение исследуемого показателя в общем виде:

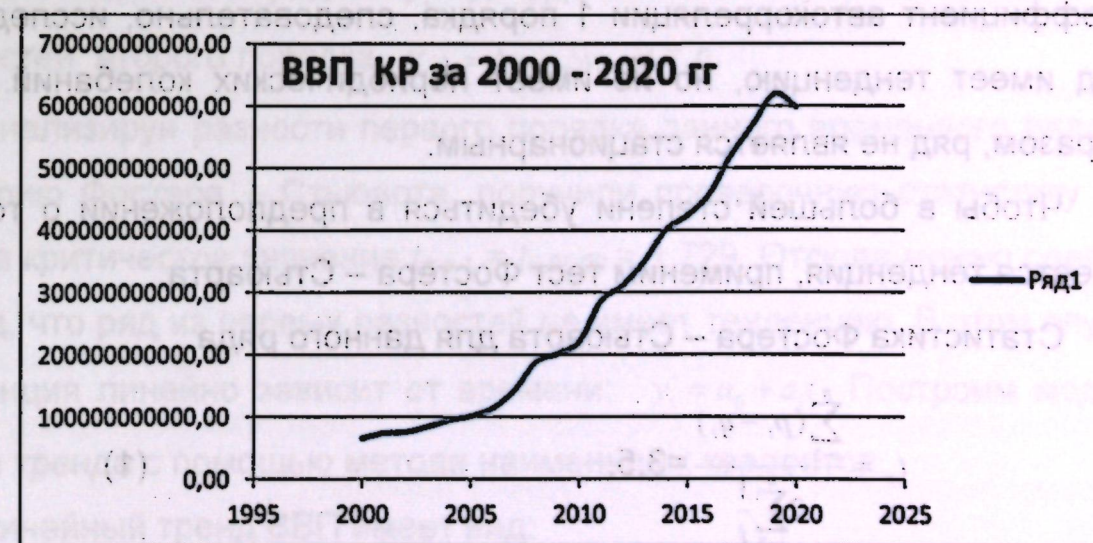


Рис. 1. Динамика ВВП КР за 2000 -2020 гг.

По графику видно, что ВВП КР в данные годы имеет возрастающую тенденцию без заметных периодических колебаний. Также можно сделать вывод, что среднее значение ВВП не является постоянной величиной. Эти выводы, говорят о не стационарности временного ряда.

Заметим, что общее количество наблюдаемых значений, т.е. объем выборки равен $T = 21$.

Для этой же цели можно использовать коррелограмму – график автокорреляционной функции ACF, которая имеет вид:



Рис.2. График автокорреляционной функции.

Как видно из коррелограммы, наибольшее значение имеет коэффициент автокорреляции 1 порядка, следовательно, исследуемый ряд имеет тенденцию, но не имеет периодических колебаний. Таким образом, ряд не является стационарным.

Чтобы в большей степени убедиться в предположении о том, что имеется тенденция, применим тест Фостера – Стьюарта.

Статистика Фостера – Стьюарта для данного ряда

$$t_p = \frac{\sum_{i=2}^n (p_i - q_i)}{2 \sum_{i=2}^n \frac{1}{i}} = 3,5, \quad (1)$$

$$p_i = \begin{cases} 1, & \text{при } y_i < y_1 < y_2 < \dots < y_{i-1}, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

$$q_i = \begin{cases} 1, & \text{при } y_i > y_1 > y_2 > \dots > y_{i-1}, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Критическое значение находится из таблицы Стьюдента: $t_{\alpha, n-1} = t_{0,05; 20} = 1,725$. Так как в данной задаче имеем $t_p > t_{0,05; 20}$, что свидетельствует о наличии тренда.

2. Выбор вида тенденции.

Как видно, на графике динамики ВВП (рис.1), процесс имеет монотонный характер развития и не имеет пределов роста, хотя бы в течение ограниченного времени. В этом случае для моделирования тенденции могут использоваться:

- линейная модель – $y_t = b_0 + b_1 t$;

- параболическая – $y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_k t^k$;

- экспоненциальная – $y_t = e^{a_0 + a_1 t}$;

- степенная – $y_t = a_0 t^{a_1}$.

Выбор вида тенденции сделаем на основе анализа показателей динамики временного ряда. Сначала исследуем последовательные разности первого порядка $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$, затем в случае необходимости разностей второго порядка $\Delta^2 y_t = \Delta y_t - \Delta y_{t-1}$ и т.д.

Анализируя разности первого порядка данного временного ряда по критерию Фостера – Стьюарта, получили проверочную статистику $t_p = 1,16$, а критическое значение $t_{\alpha, n-1} = t_{0,05; 20} = 1,729$. Отсюда можно сделать вывод, что ряд из первых разностей не имеет тенденцию. В этом случае тенденция линейно зависит от времени: $y_t = a_0 + a_1 t$. Построим модель линии тренда с помощью метода наименьших квадратов.

Линейный тренд ВВП имеет вид:

$$y_t = -499329 \cdot 10^6 + 30061 \cdot 10^6 \cdot t + \varepsilon_t, \quad (2)$$

Качество этой модели достаточно хорошее, так как проверка параметров модели показало:

- проверочная статистика для свободного члена $t_{\beta_0} = |-2,55| = 2,55$;
- проверочная статистика для коэффициента регрессии $t_{\beta_1} = 19,3$;
- критическое значение статистики $t_{\alpha/2, n-1} = t_{0,025; 20} = 2,086$;
- проверочная статистика для коэффициента детерминации $F = 372,68$;
- критическое значение $F_{0,05; 1; 19} = 4,38$.

Следовательно, свободный член β_0 , коэффициент регрессии β_1 и коэффициент детерминации статистически значимы, так как $t_{\beta_0} > t_{0,025; 20}$, $t_{\beta_1} > t_{0,025; 20}$ и $F > F_{0,05; 1; 19}$, что показывает хорошее качество модели.

Теперь остается анализировать поведение остатков на автокоррелированность, так как в моделях со временными данными часто имеется автокорреляция остатков.

Для определения наличия или отсутствия автокорреляции остатков используем тест Дарбина – Уотсона. Статистика Дарбина – Уотсона:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^T (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} = 0,28.$$

Интервал, соответствующий отсутствию автокорреляции остатков, в данном случае имеет вид (из таблицы Дарбина – Уотсона): $(d_u; 4 - d_u) = (1,42; 2,58)$

Как видно, $DW = 0,28$ не принадлежит этому интервалу, т.е. имеет место автокорреляция остатков модели (2).

Для устранения автокорреляции остатков модели используем авторегрессионную схему 1 порядка AR(1). Предположим, что случайные остатки подвержены автокорреляции 1 порядка:

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + v_t,$$

где v_t , $t=2,3,\dots,T$, случайные отклонения, удовлетворяющие условиям Гаусса – Маркова, а коэффициент ρ должен быть известен.

С использованием ρ получим следующее уравнение:

$$y_t - \rho \cdot y_{t-1} = \beta_0(1 - \rho) + \beta_1(x_t - \rho \cdot x_{t-1}) + (\varepsilon_t - \rho \cdot \varepsilon_{t-1}). \quad (3)$$

Прежде чем оценить уравнение (3), должны определить ρ . Для этого существует несколько методов. Самым простым является формула:

$$\rho = 1 - \frac{DW}{2}.$$

Поэтому получим: $\rho = 0,86$. Методом наименьших квадратов, получим следующую модель:

$$y_t = -383353 \cdot 10^6 + 413218 \cdot 10^6 x_t - 355368 \cdot 10^6 x_{t-1} + 0,86 \cdot y_{t-1} + v_t. \quad (4)$$

Так как $x_t = t$, $x_{t-1} = t - 1$, из (4) получим:

$$y_t = -27985 \cdot 10^6 + 57850 \cdot 10^6 t + 0,86 \cdot y_{t-1} + v_t. \quad (5)$$

Все параметры данной модели удовлетворяют условиям хорошего качества:

- $t(\beta_0) = |-2,35| = 2,35$, $t(\beta_1) = 7,95$, а $t_{\text{критич.}} = t_{0,05; 18} = 2,131$, т.е. свободный член и коэффициент регрессии статистически значимы;
- коэффициент детерминации также статистически значим, так как $F = 63,27$, а $F_{\text{критич.}} = F_{0,05; 1; 18} = 4,41$.

Автокорреляция модели устранена: $DW = 1,85$ принадлежит интервалу отсутствия автокорреляции: $(1,42; 2,58)$.

Таким образом, тенденция ВВП, т.е. кривая роста является еще авторегрессионной моделью.

Прогнозирование ВВП на ближайшие годы приводим в следующей таблице:

Год	t	Прогнозное значение ВВП, млн с
2021	22	639048,9
2022	23	679839,7
2023	24	720704,9

2024	25	761634,1
2025	26	802618,1

Выводы:

- 1). ВВП КР во времени в абсолютных значениях имеет возрастающую тенденцию и не имеет периодических колебаний.
- 2). Тенденция ВВП во времени описывается линейной функцией.
- 3). Модель тенденции ВВП является авторегрессионной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доугерти К. Введение в эконометрику /Пер с англ. – М., 2017.
2. Бородич С.А. Эконометрика. – М., 2018.
3. Maddala G.S. Introduction to Econometrics. – USA, 2012.
4. Жияяков Е.Г., Скубилин В.В.- «Научные ведомости», №22(165), выпуск 28/1. С.144-147, 2014.
5. Кыргызстан в цифрах. Бишкек, 2017, с.341.
6. Кыргызстан в цифрах. Бишкек, 2019, с.343.

2024	25	761634,1
2025	26	802618,1

УДК 681.142.35

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АНАЛИЗ
ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА**

Бийбосунов А.И., Башкова Н.
Кыргызский государственный технический университет

им. И. Раззакова

В статье рассматривается анализ проблем, препятствующих социально-экономическому развитию регионов, и разработана система показателей для оперативного реагирования на изменения. Так же описаны этапы работы и разработки по созданию веб-сайта.

Ключевые слова: валовой региональный продукт, экономика, веб-сайта, Кыргызская Республика, ПИИ, регионы.

**МААЛЫМАТТЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ИШТЕП ЧЫГУУ ЖАНА
РЕГИОНДУК ДҮҢ ПРОДУКТУНУН АНАЛИЗИ**

Бийбосунов А.И., Башкова Н.

И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Макалада региондордун социалдык-экономикалык өнүгүүсүнө жолтоо болуп жаткан көйгөйлөрдү талдоо каралып, өзгөрүүлөргө ыкчам жооп берүү үчүн көрсөткүчтөр системасы иштелип чыккан. Ошондой эле веб-сайтты түзүү боюнча иштөө жана иштеп чыгуу кадамдары баяндалган.

Баштапкы сөздөр: региондук дүң продукт, экономика, веб-сайт, Кыргыз Республикасы, ЧТИ, региондор.

**DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND
ANALYSIS OF THE GROSS REGIONAL PRODUCT**

Biybosunov A.I., Bashkova N.
Kyrgyz State Technical University named of I. Razzakova

The article examines the analysis of the problems hindering the socio-economic development of the regions, and developed a system of indicators for rapid response to changes. The stages of work and development to create a website are also described.

Key words: gross regional product, economy, website, Kyrgyz Republic, FDI, regions.

Устойчивое развитие Кыргызской Республики возможно только при условии устойчивого развития ее регионов, которые характеризуются более высоким уровнем качества жизни населения. Чтобы понять социально-экономические процессы, влияющие на направленность и успешность этого развития, необходимо провести анализ и выявить проблемы, препятствующие социально-экономическому развитию регионов, и обосновать способы их решения. Информационный ресурс играет важную роль в управлении регионом, поскольку он определяет эффективность и возможность принятия управленческих решений. Поэтому необходимо разработать систему показателей, которая отразит фактический уровень развития региона и позволит государственным органам оперативно реагировать на изменения в ситуации. Предложенная система показателей должна реалистично отражать ситуацию в регионе и быть основана на методологии, обеспечивающей быстрые и надежные результаты.

Кыргызская Республика, имея не однородную пространственную систему, требует проведения анализа проблем развития в двух аспектах [1]:

1. идентификация общих проблем развития, которые характерны для большинства регионов.
2. анализ проблем развития отдельных территорий, учитывая их уникальные социально-экономические процессы и региональные особенности.

Согласно официальным данным Нацстаткома, указанная тенденция по-разному проявилась в отдельных регионах республики (см. рис. 1).

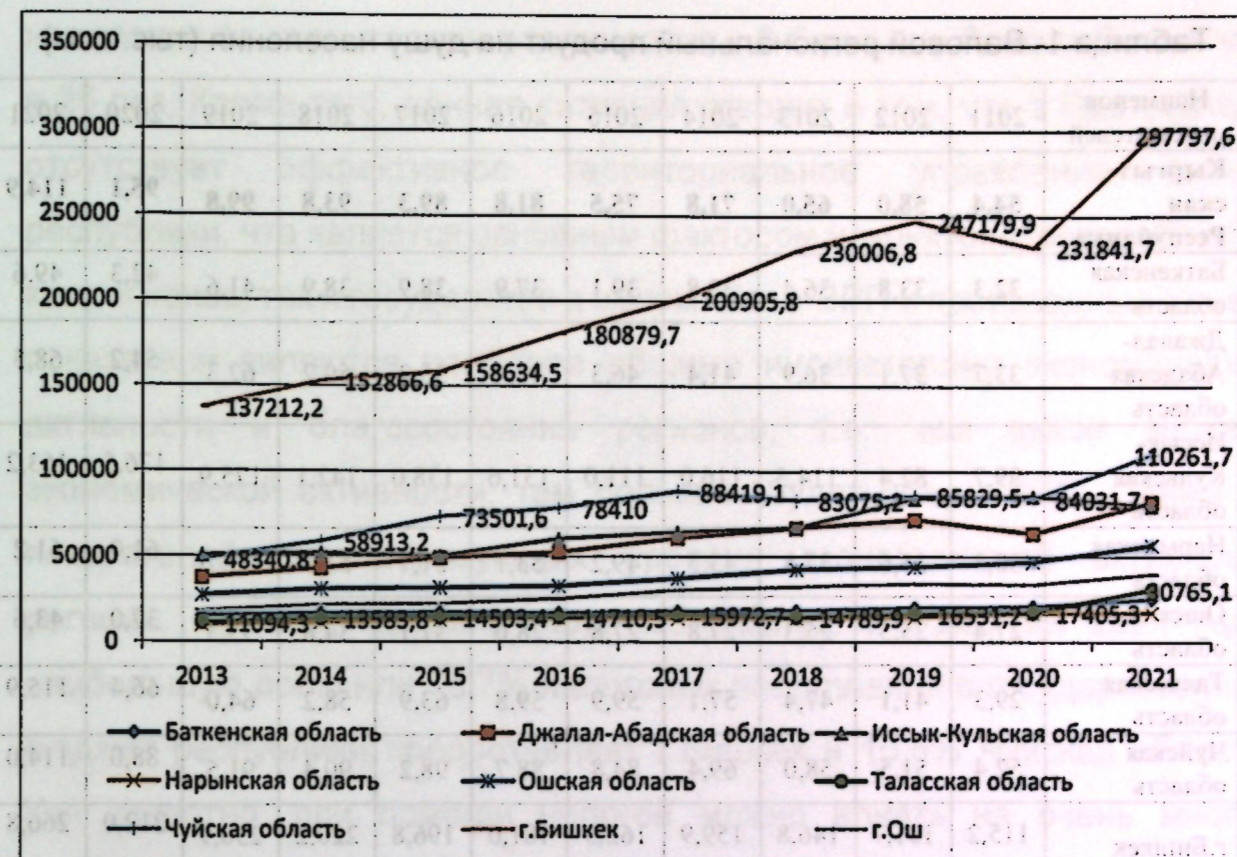


Рис. 1. Валовой региональный продукт (ВРП) в текущих ценах (млн. сомов).

сомов).

* По данным материалов интернет-сайта Национального статистического комитета Кыргызской Республики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stat.kg/>

Так, несмотря на всеобщую тенденцию роста, в таких регионах как Баткенская наблюдаются темпы снижения валового регионального продукта с 110,7% в 2013г. до 99,4% в 2016г., Иссык-Кульская - с 140,7% в 2013г. до 96,9% в 2015г., а также Нарынская, где наблюдается устойчивая тенденция снижения с 116,3% в 2014г. до 98,5% в 2017г. Для полной картины сравнения межрегиональных различий в уровне экономического развития за 2011-2021 гг., с учетом масштабов регионов, используем производный показатель – ВРП в расчете на душу населения, при расчете которого абсолютное значение ВРП региона соотносится со среднегодовой численностью постоянного населения (см. рис. 1).

Таблица 1- Валовой региональный продукт на душу населения (тыс. сом)

Наименов. показателей	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Кыргызская Республика	54,4	58,0	65,0	71,8	75,5	81,8	89,3	93,8	99,8	95,1	114,9
Баткенская область	32,3	33,8	36,4	38,8	39,1	37,9	38,9	38,9	41,6	42,3	49,6
Джалал-Абадская область	33,7	37,1	36,9	41,4	46,3	48,4	55,2	59,2	62,3	54,2	68,5
Иссык-Кульская область	99,7	82,4	114,5	116,0	111,0	131,6	138,0	142,1	175,9	176,5	163,2
Нарынская область	30,3	35,6	37,8	43,5	49,2	53,1	51,7	51,5	53,7	61,0	61,2
Ошская область	27,4	25,5	25,3	27,8	27,8	28,0	31,1	34,8	35,3	37,0	43,6
Таласская область	29,3	41,1	47,4	57,1	59,9	59,8	63,9	58,2	64,0	66,4	115,9
Чуйская область	52,4	51,5	58,0	69,4	84,8	88,7	98,2	90,4	91,5	88,0	114,0
г.Бишкек	115,2	131,7	146,8	159,9	162,3	181,0	196,8	220,2	230,9	212,0	266,8
г.Ош	37,6	65,0	73,4	85,5	87,1	95,3	112,5	115,9	117,7	112,0	127,2

Хочется отметить, что в период с 2011 г. по 2021 г. рост среднего значения ВРП на душу населения сопровождался устойчивым ростом медианного значения этого показателя, что свидетельствует о том, что экономический рост отмечался не только в благополучных регионах, но и в менее развитых регионах республики. Только в 2020 году произошло снижение ВРП на душу населения на 4,7 %, а в 2021 году обратная экономика начала восстанавливаться.

Средний уровень ВРП на душу населения по республике в 2021 году составил 114,9 тыс. сомов, но в тоже время, данный показатель ниже общереспубликанского отмечается в Ошской (43,6 тыс. сом.), Баткенской (49,6), Нарынской (61,2), Джалал-Абадской (68,5) областях. Нужно отметить, что по внутренней пространственной дифференциации, Кыргызстан имеет сравнительно небольшую разницу (в 2-3 раза), так в более развитых странах Западной Европы региональный продукт на душу

населения по территориям различается в 3-5 раз, а в России более, чем в 25 раз. Кроме того, данная ситуация говорит о том, что в Кыргызстане отсутствует эффективное территориальное управление внутри республики, что является основным фактором неконкурентоспособности, как регионов, так и государства в целом. Итак, ВРП и производные от него показатели являются наиболее общими индикаторами экономической активности и благосостояния регионов, т.е. чем выше уровень экономической активности, тем большим будет объем ВРП. Одним из показателей, характеризующих уровень экономической активности региона, является уровень налогообложения. По данным 2021 года, наибольшую долю или 75,7% налоговых поступлений в государственный бюджет республики предоставляет г.Бишкек и 10,5% Чуйская область. Как известно, при помощи налогов можно влиять на очень многие макроэкономические индикаторы, и в тоже время налоги также являются и своеобразным макроэкономическим индикатором проводимого в регионе экономического курса: чем выше уровень налогового давления, тем более «жестким» является политика государства в отношении налогоплательщиков.

Несмотря на положительное восстановление экономики, Кыргызстан нуждается в иностранном капитале, как интеллектуальном, так и финансовом, для стимулирования роста своей экономики. Регионы республики, имея сложную финансовую ситуацию, в настоящее время в значительной степени опираются на привлечение средств для своего развития в рамках своей экономической деятельности.

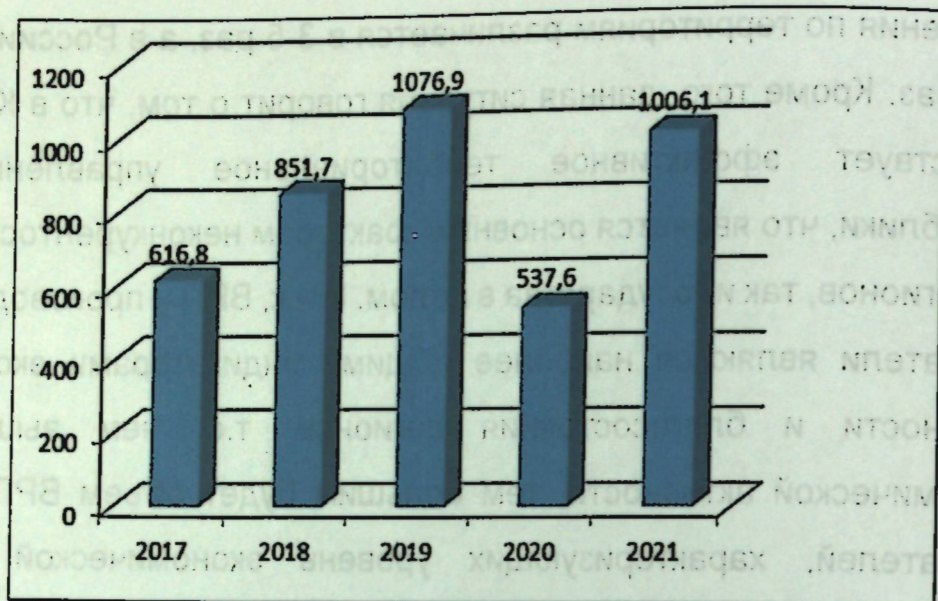


Рис. 2. Поступление ПИИ (млн. долл.США) в КР

В структуре ПИИ по итогам 2021 года около 49 % составляет реинвестированная прибыль. Другим крупным источником, составляющим около 36 %, являются кредиты, полученные от нерезидентов. Доля собственного капитала составляет всего 6,7 %. Такая структура прямых иностранных инвестиций свидетельствует о том, что большая их часть осуществляется уже действующими в стране инвесторами, а доля привлекаемых новых инвесторов невелика, что сигнализирует о снижении привлекательности Кыргызской Республики для зарубежных инвесторов. Лишь небольшая доля ПИИ направляется на повышение эффективности производства, это говорит о том, что стране не удалось в полной мере воспользоваться региональными/глобальными цепочками создания добавленной стоимости [2].

Почти половина всех привлеченных прямых иностранных инвестиций республики приходится на г. Бишкек (32,8%), пятая часть всех привлеченных прямых иностранных инвестиций республики приходится на Чуйскую (20,3%) и треть на Джалал-Абадскую (35,8%) области. Несмотря на позитивность начавшегося восстановления экономики,

регионы республики до сих пор не реализовали свой потенциал в полной мере. Одной из причин такой ситуации являются значительные расхождения между ожиданиями инвесторов и реальными возможностями регионов. Высокая дифференциация инвестиционных условий между регионами указывает на значительное расслоение по уровню инвестиционной привлекательности. В связи с этим, многие регионы нуждаются в разработке эффективного комплекса мер по привлечению инвестиций.

В результате анализа регионов Кыргызской Республики можно установить, что г. Бишкек, Чуйская область и Иссык-Кульская область являются наиболее процветающими с точки зрения социально-экономических процессов, в то время как Баткенская и Таласская области являются наименее благополучными.

Основные проблемы, которые препятствуют устойчивому развитию регионов Кыргызской Республики, включают:

1. неравномерность социально-экономического развития регионов;
2. большая дифференциация регионов по экономическим показателям, чем по социальным.
3. зависимость экономических процессов на региональном уровне от тенденций в мировой экономике.

На наш взгляд, для обеспечения экономического роста регионов Кыргызстана необходимы следующие меры:

- а) создание благоприятного предпринимательского климата;
- б) формирование благоприятного инвестиционного климата;
- в) удержание приоритетных направлений развития экономики региона;
- г) реструктуризация реального сектора экономики;
- д) поддержка сектора самозанятости;
- е) привлечение внутренних и иностранных инвестиций;

ж) расширение деятельности малого бизнеса во всех сферах экономики.

Если рассматривать проблемы в экономике с использованием экономико-математического моделирования и информационных технологий. То за последние 30 лет наблюдается интенсивное развитие информационно-интеллектуальной экономики, основанной на новых информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ). В рамках данного раздела идет работа по разработке и созданию веб-сайта для регионов Кыргызстана с использованием современных программных средств и интернет-технологий.

Для создания и поддержки сайта использовались: HTML, CSS, JavaScript.

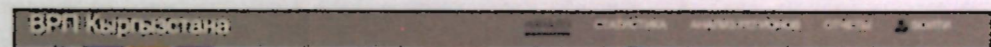
Интерфейс программы определяет функции и процедуры для взаимодействия пользователя с программным объектом. В данной разработке создан процедурно-ориентированный интерфейс с навигацией и основным меню на главной форме. При разработке пользовательского интерфейса учитываются потребности, опыт и способности пользователей. На рис. 3 приведен скриншот интерфейса информационной системы «ВРП Кыргызстана».



Рис. 3 Интерфейса информационной системы «ВРП Кыргызстана».

Взаимодействие с программой осуществляется через главную форму, которая содержит основные функции и возможности программы. Главная форма предоставляет доступ к различным операциям, включая заполнение форм, выбор опций и выполнение действий с помощью кнопок и других элементов управления. Функции и операции на главной форме зависят от назначения программы и её целей.

При запуске программы отображается главная форма с меню и приветствием пользователя. Также присутствует гиперссылка "Узнать больше", которая ведет на веб-сайт Национального статистического комитета Кыргызской Республики для получения дополнительной информации и материалов. Ниже на рис. 4 представлен скриншот, демонстрирующий небольшой пояснительный текст.



Кыргызстан является развивающейся страной расположенной на северо-востоке Центральной Азии. Имеет границы с севера - с Казахстаном, юго-запада - с Узбекистаном, юга - с Таджикистаном, а с востока и юго-востока - с Китаем. Ее общая длина границ составляет 4,5 тыс. километров, а его территория - 199,9 тыс. кв. километров. Является высокогорной страной, где почти 90% площади расположено выше 1500 м над уровнем моря. С численностью населения около 6 миллионов человек. С 1991 года, когда страна получила независимость, экономика Кыргызстана пережила несколько этапов развития, включая переход к рыночной экономике, политические кризисы и экономические реформы. Экономическое развитие Кыргызстана находится под влиянием влияния внешних и внутренних факторов, таких как политическая стабильность, торговля, инфраструктура, энергетика, образование и здравоохранение.

Кыргызстан имеет диверсифицированную экономику, которая включает в себя такие секторы, как сельское хозяйство, горнодобывающая промышленность, легкую промышленность, услуги и торговля. Сельское хозяйство занимает большую часть трудовых ресурсов, и составляет около 16% ВВП страны. В горнодобывающей промышленности добываются золото, уран, медь и другие ресурсы. Также значительную часть экономики составляют услуги, такие как туризм, транспорт, финансы и телекоммуникации.

Что такое ВРП

Валовой региональный продукт (ВРП) - это экономический показатель, который измеряет стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных в определенном регионе (например, области, республике, провинции) в течение определенного периода времени, обычно год. ВРП является одним из важнейших показателей экономического развития региона и позволяет оценить его вклад в общую экономику страны.

Прежде всего это показатель произведенного продукта, который представляет собой стоимость произведенных конечных товаров и услуг. Это означает, что стоимость промежуточных товаров и услуг, использованных в процессе производства (таких, как сырье, материалы, топливо, энергия, семена, корма, услуги грузового транспорта, оптовой торговли, коммерческие и финансовые услуги и т. п.), не входит в ВРП. В противном случае ВРП содержал бы повторный счет. Он является одним из основных экономических показателей, который оценивает объем производства товаров и услуг в конкретном регионе за определенный период времени, обычно за год. Измеряет экономическую активность региона и может быть использован как индикатор роста или спада экономики в этом регионе.

Рис. 4 Пояснительный текст.

При нажатии на ссылку «Статистика» отображаются таблицы, содержащие информацию о ВРП, макроэкономике, инвестициях и других соответствующих данных.

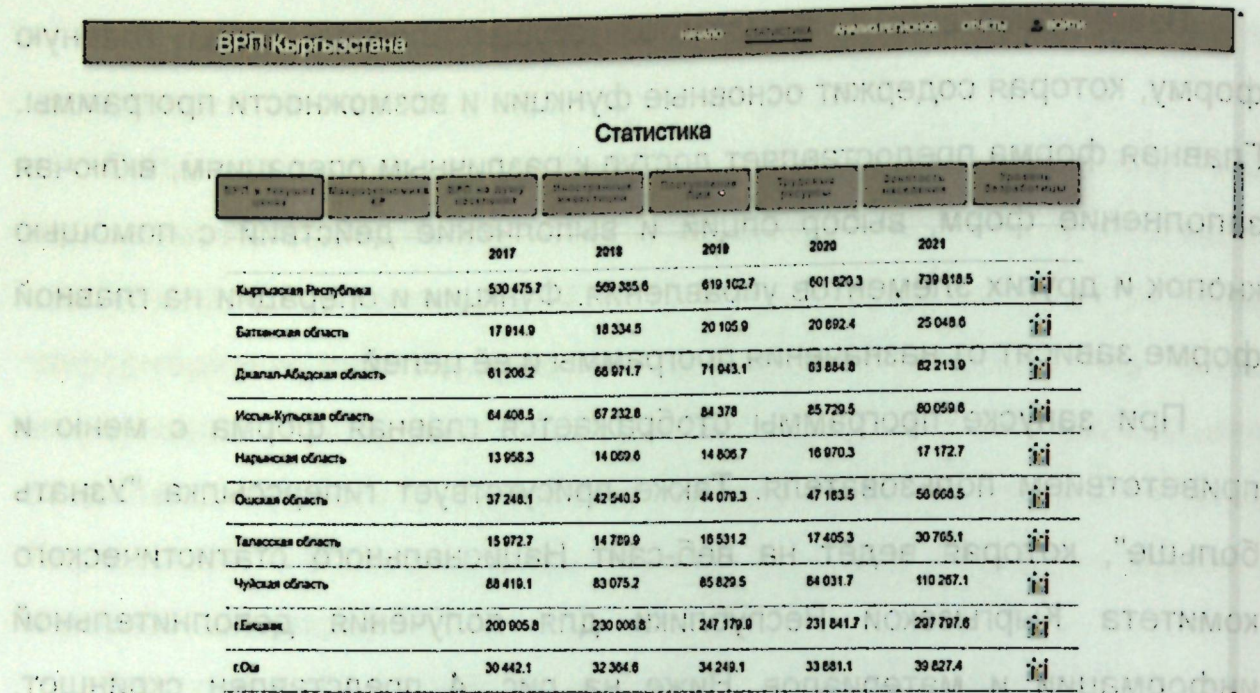


Рис. 5 Таблица «ВРП в текущих ценах».

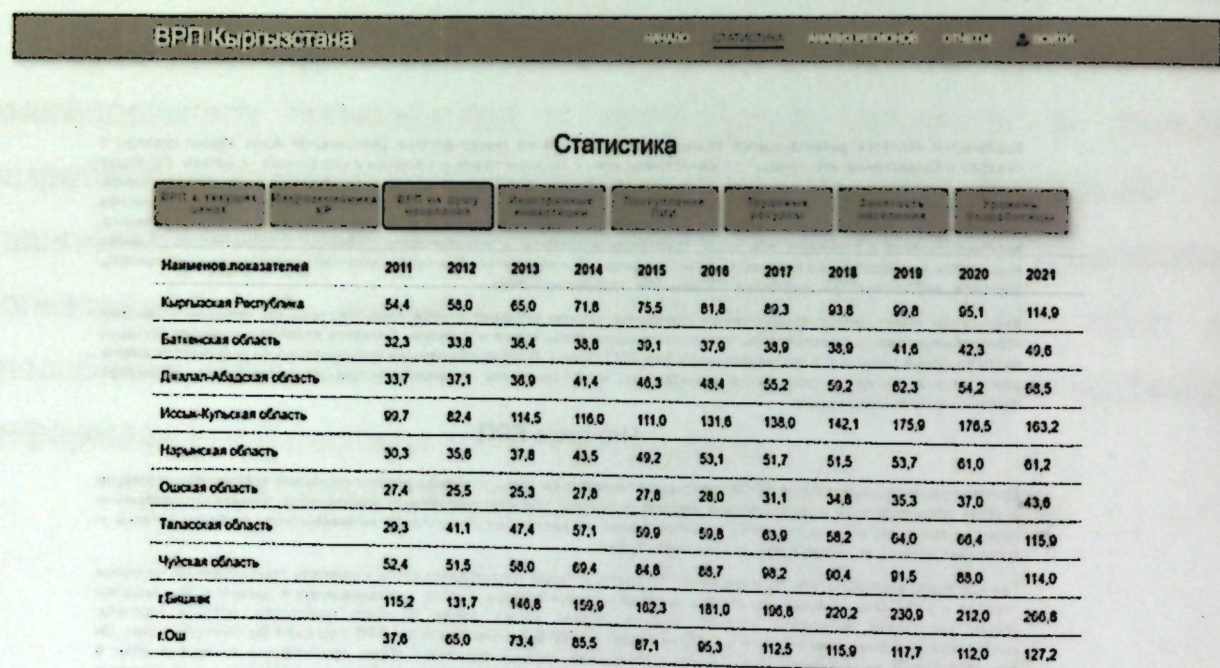


Рис. 6 Таблица «ВРП на душу населения».

Таблица "ВРП в текущих ценах" содержит гистограмму, которая наглядно демонстрирует сумму ВРП по годам всех регионов и КР в целом.

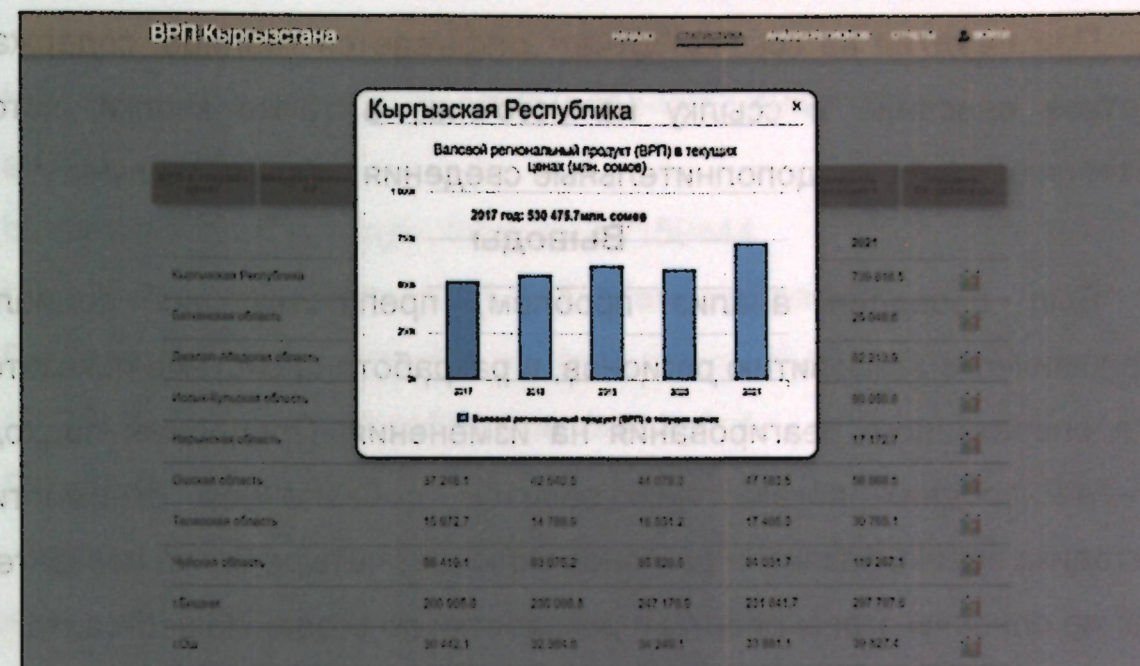


Рис. 7 Гистограмма КР.

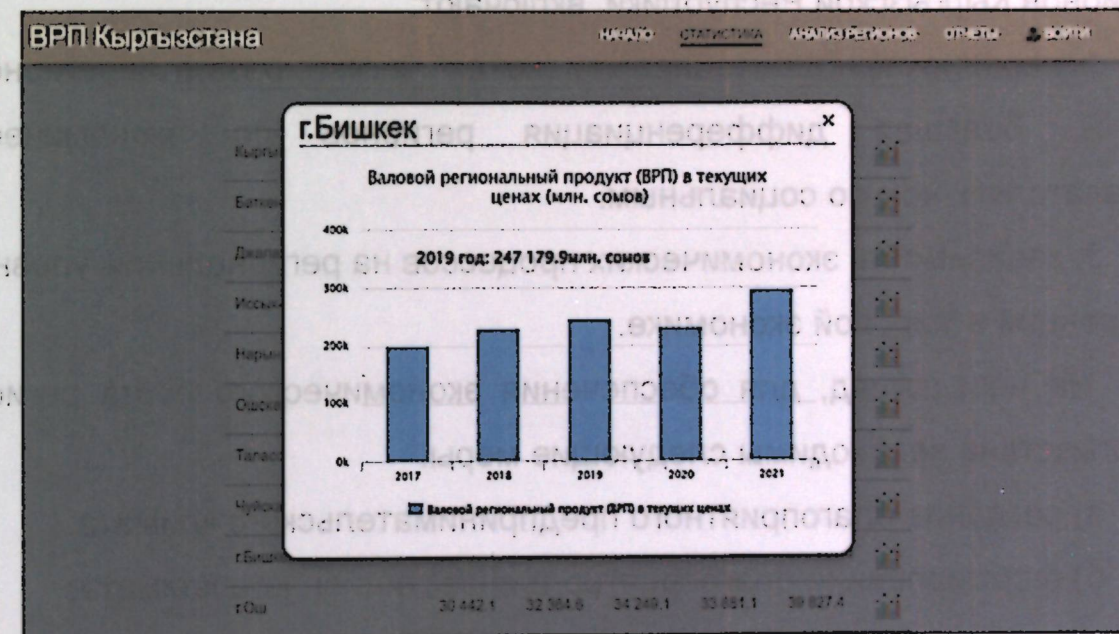


Рис. 8 Гистограмма г.Бишкек.

При нажатии на ссылку «Анализ» отображается миниатюрная карта Кыргызстана.

Так же в информационной системе есть собственный конвертер валют, который позволяет осуществлять быструю конвертацию валют разных стран. При нажатии на кнопку "Конвертировать" появляется текст о сумме конвертации и сам результат. Также был добавлен калькулятор, который позволяет выполнять различные расчеты и операции.

При нажатии на ссылку "Отчет" открывается таблица, содержащая краткое описание и ссылку на источник, а также кнопки, которые позволяют получить дополнительные сведения по каждому пункту.

Выводы

Был проведен анализ проблем, препятствующих социально-экономическому развитию регионов, и разработана система показателей для оперативного реагирования на изменения. Предложен подход на основе средних показателей валовой добавленной стоимости, а методика оценки развития регионов включает четыре блока показателей. Так же описаны этапы работы и разработки по созданию веб-сайта.

Основные проблемы, которые препятствуют устойчивому развитию регионов Кыргызской Республики, включают:

1. неравномерность социально-экономического развития регионов;
2. большая дифференциация регионов по экономическим показателям, чем по социальным.
3. зависимость экономических процессов на региональном уровне от тенденций в мировой экономике.

На наш взгляд, для обеспечения экономического роста регионов Кыргызстана необходимы следующие меры:

- а) создание благоприятного предпринимательского климата;
- б) формирование благоприятного инвестиционного климата;
- в) удержание приоритетных направлений развития экономики региона;
- г) реструктуризация реального сектора экономики;
- д) поддержка сектора самозанятости;
- е) привлечение внутренних и иностранных инвестиций;
- ж) расширение деятельности малого бизнеса во всех сферах экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.stat.kg/media/files/b0b7be1e-07a3-49f9-a475-ea43fc149420.pdf>
2. <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/159444>
3. <https://rykovodstvo.ru/exspl/150847/index.html?page=17>
4. Государственный комитет по статистике Кыргызской Республики. (2020). Официальный сайт. <https://stat.kg/ru/>
5. Банк Кыргызстана. (2020). Официальный сайт. <https://www.nbkr.kg/>
Всемирный банк. (2020). Официальный сайт. <https://www.worldbank.org/>

УДК 004.85

ПРИМЕНЕНИЕ АЛОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Рыспаев¹ А.О., Байгазаков² К.А., Имангазы² уулу Н.,
Сабитов¹ Б.Р., Анарбек² к Э.

¹КНУ им.Ж.Баласагына, ²КТУ им.И.Раззакова

В данной работе, используя методы машинного обучения, выявляются побочные процессы в банковской деятельности. Изучим применение нейронных сетей в процесс построения модели банковского кризиса по некоторым данным. Рассматривается задача как алгоритм машинного обучения, который может прогнозировать банковский кризис. Применение технологий глубокого обучения могут дать хорошие результаты работы с базами данных.

Ключевые слова: кластеризация, машинное обучение, фондовый рынок, линейная регрессия

КОЛДОНУЛГАН МАСЕЛЕЛЕРДИ БОЛЖОО ҮЧҮН МАШИНА ҮЙРӨНҮҮ АЛГОРИТМДЕРИН КОЛДОНУУ

Рыспаев¹ А.О., Байгазаков² К.А., Имангазы² уулу Н.,
Сабитов¹ Б.Р., Анарбек² К.

¹Ж.Баласагын атындагы КУУ, ²И.Раззаков атындагы КТУ

Бул макалада, машиналык окутуу ыкмаларын колдонуу менен, банк ишинде кошумча процесстер аныкталган. Биз кээ бир маалыматтардын негизинде банктык кризис моделин куруу процессинде нейрон тармактарын колдонууну изилдейбиз. Көйгөй банктык кризисте алдын ала ала турган машина үйрөнүү алгоритми катары каралат. Маалымат базалары менен иштөөдө терең окутуу технологияларын колдонуу жакшы натыйжаларды бере алат.

Баштапкы сөздөр: кластерлее, машина үйрөнүү, биржа, сызыктуу регрессия.

APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALORHYTHMS FOR PREDICTION OF APPLIED PROBLEMS

Ryspaev¹ A.O., Baigazakov² K.A., Imangazy² uulu N.,
Sabitov¹ B.R., Anarbek² to E.

¹KNU named after Zh.Balasagyn, ²KTU named after I.Razzakov

In this paper, using machine learning methods, side processes in banking are identified. We will study the use of neural networks in the process of building a banking crisis model based on some data. The problem is considered as a machine learning algorithm that can predict a banking crisis. The use of deep learning technologies can give good results when working with databases.

Keywords: clustering, machine learning, stock market, linear regression

Введение. В данной статье мы рассмотрим, задачу как алгоритмы машинного обучения могут прогнозировать банковский кризис. Финансовые кризисы, в банковской системе, начиная с дефолтов до массовых изъятий средств из банков и валютных кризисов. Алгоритмы машинного обучения, для улучшения оценки вероятности финансового кризиса. Во-первых, обучение без учителя отличается от обучения с учителем тем, что в нем нет переменной отклика. Кластеризация — это один из методов, который стоит выделить. Цель кластеризации — разумно сгруппировать точки данных. Эти группы данных будут связаны с центром масс, чтобы помочь определить структуру в наборах данных. Кластеризация может применяться как к зависимой, так и к независимой переменной. Например, вместо того, чтобы использовать фиксированный порог для определения валютного кризиса, мы можем разделить доходность валюты на разные кластеры и извлечь разумное значение из каждого кластера.

Таким образом, алгоритмы машинного обучения могут принести значительную пользу.

В данной статье мы также, изучим с применение нейронных сетей в процесс построения модели банковского кризиса по некоторым данным. Применение технологий глубокого обучения могут дать хорошие результаты работы с базами данных. Прогнозируя с помощью модели

глубокого обучения, мы увидим, что эта модель дает высокую точность в этой задаче.

Рассматривается задача, как будет развиваться фондовый рынок. Это одна из самых сложных задач в банковской сфере. Она является нелинейным процессом. В прогнозировании могут быть задействовано так много факторов - физические факторы против физиологического, рационального и иррационального поведения и т. д. Все эти аспекты в совокупности делают цены на акции нестабильными, и их очень трудно предсказать с высокой степенью точности. Будем использовать технологии машинного и глубокого обучения. Изучим для прогнозирования будущей цены акций этой компании, начиная с простых алгоритмов, таких как усреднение и линейная регрессия, а затем перейдем к продвинутому методу LSTM т.е. к нейронным сетям.

Основная идея этой работы это - продемонстрировать, как реализованы эти алгоритмы. Опишем технику и предоставим соответствующие коды для реализации задачи, а также, будем использовать ряд алгоритмов прогнозирования временных рядов.

Мы также рассмотрим применение машинного обучения до продвинутых концепций машинного обучения, глубокого обучения и временных рядов.

Методы исследования. Результаты прогнозирования.

Рассмотрим с анализа фондового рынка, которая делится на две части - фундаментальный анализ и технический анализ. Фундаментальный анализ в нашем случае, включает анализ будущей прибыльности компании на основе ее текущей деловой среды и финансовых показателей. Для анализа мы взяли открытую систему данных, в которой мы будем использовать csv файл для прогнозирования. Структура базы данных фондового рынка. Теперь

давайте загрузим набор данных и определим целевую переменную для проблемы с помощью pandas. Вот база данных:

	Date	Open	High	Low	Last	Close	Total Trade Quantity	Turnover (Lacs)
0	2018-10-08	208.00	222.25	206.85	216.00	215.15	4642146.0	10062.83
1	2018-10-05	217.00	218.60	205.90	210.25	209.20	3519515.0	7407.06
2	2018-10-04	223.50	227.80	216.15	217.25	218.20	1728786.0	3815.79
3	2018-10-03	230.00	237.50	225.75	226.45	227.60	1708590.0	3960.27
4	2018-10-01	234.55	234.60	221.05	230.30	230.90	1534749.0	3486.05

В наборе данных есть несколько переменных - дата, открытие, максимум, минимум, последнее, закрытие, total_trade_quantity и оборот. Столбцы «Открытие» и «Закрытие» представляют собой начальную и конечную цену, по которой акция торгуется в определенный день.

High, Low и Last представляют максимальную, минимальную и последнюю цену акции за день.

Общее количество сделок - это количество акций, купленных или проданных в день, а оборот (Lacs) - это оборот конкретной компании на заданную дату.

Еще одна важная вещь, которую следует отметить, это то, что рынок закрыт по выходным и праздничным дням. Обратим внимание на приведенную выше таблицу, некоторые значения даты отсутствуют - 10.02.2018, 10.06.2018, 10.07.2018. Давайте нарисуем целевую переменную, чтобы понять, как она формируется в наших данных. Вот динамика изменения данных

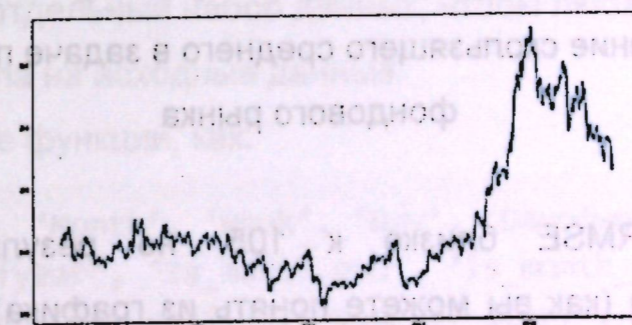


Рис.1. Динамика изменения данных.

Далее, исследуем эти переменные и будем использовать различные методы для прогнозирования дневной цены закрытия акций.

Скользящая средняя

«Средний» - одна из самых распространенных вещей, которые мы используем в повседневной жизни. Например, вычисление средних оценок для определения общей производительности или определение средней температуры за последние несколько дней, чтобы получить представление о сегодняшней температуре - все это рутинные задачи, которые мы выполняем на регулярной основе. Так что это хорошая отправная точка для использования в нашем наборе данных для составления прогнозов.

Прогнозируемая цена закрытия для каждого дня будет средним из набора ранее наблюдаемых значений. Вместо использования простого среднего мы будем использовать метод скользящего среднего, который использует последний набор значений для каждого прогноза. График прогнозируемых значений вместе с фактическими значениями.

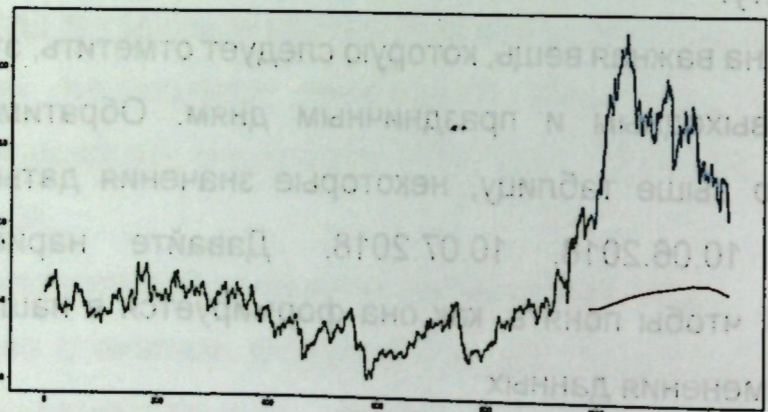


Рис.2. Применение скользящего среднего в задаче прогнозирования фондового рынка

Значение RMSE близко к 105, но результаты не очень многообещающие (как вы можете понять из графика). Прогнозируемые значения находятся в том же диапазоне, что и наблюдаемые значения в

наборе данных обучения (сначала наблюдается тенденция к увеличению, а затем - к медленному снижению).

Рассмотрим два часто используемых метода машинного обучения - линейную регрессию и kNN - и посмотрим, как они работают с данными нашего фондового рынка.

Линейная регрессия

Самый простой алгоритм машинного обучения, который можно реализовать на этих данных, - это линейная регрессия. Модель линейной регрессии возвращает уравнение, определяющее связь между независимыми переменными и зависимой переменной.

Уравнение линейной регрессии можно записать как: $Y = \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \dots + \theta_n x_n$, (1)

В регрессионной формуле x_1, x_2, \dots, x_n представляют собой независимые переменные, а коэффициенты $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ представляют собой веса. Используя (1) можно изучить линейную регрессию более для нашей рассматриваемой задачи. Для нашей постановки задачи у нас нет набора независимых переменных. Вместо этого у нас есть только даты. Давайте воспользуемся столбцом даты для извлечения таких функций, как день, месяц, год, пн / пт и т. д., а затем применим модель линейной регрессии.

Реализация примера

Сначала мы отсортируем набор данных в порядке возрастания, а затем создадим отдельный набор данных, чтобы любая новая созданная функция не влияла на исходные данные.

Это создает такие функции, как:

```
[ ] 'Year', 'Month', 'Week', 'Day', 'Dayofweek',  
    'Dayofyear', 'Is_month_end', 'Is_month_start',  
    'Is_quarter_end', 'Is_quarter_start',  
    'Is_year_end', and 'Is_year_start'.
```


Помимо этого, мы можем добавить наш собственный набор функций, которые, по нашему мнению, будут иметь отношение к прогнозам. Например, гипотеза состоит в том, что первый и последний дни недели потенциально могут повлиять на цену закрытия акций гораздо больше, чем другие дни. Итак, мы создали функцию, которая определяет, является ли данный день понедельником / пятницей или вторником / средой / четвергом.

Если день недели равен 0 или 4, значение столбца будет равно 1, иначе 0. Точно так же вы можете создать несколько объектов. Если у вас есть идеи по функциям, которые могут быть полезны при прогнозировании курса акций, поделитесь ими в разделе комментариев. Теперь мы разделим данные на наборы для обучения и проверки, чтобы проверить производительность модели.

Вот результат. Среднеквадратичное значение = 121.16291596523156. Значение RMSE выше, чем в предыдущем методе, что ясно показывает, что линейная регрессия работает плохо. Давайте посмотрим на график и поймем, почему линейная регрессия не принесла успеха:

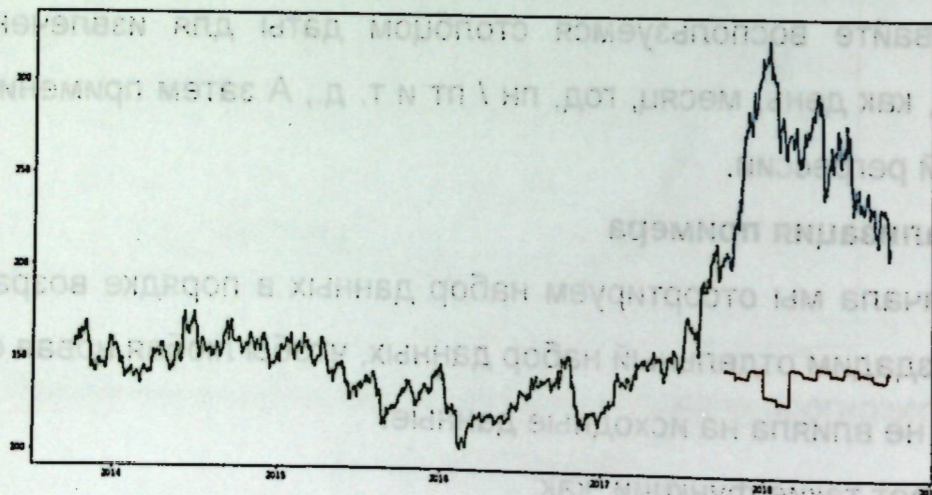


Рис.3. Линейная регрессия фондового рынка.

Линейная регрессия - это простой метод, который довольно легко интерпретировать, но у него есть несколько очевидных недостатков. Одна из проблем при использовании алгоритмов регрессии

заключается в том, что модель не соответствует столбцу даты и месяца. Вместо того, чтобы принимать во внимание предыдущие значения с точки зрения прогноза, модель будет рассматривать значение с той же даты месяц назад или с той же даты / месяца год назад.

k-Ближайшие соседи

Еще один интересный алгоритм машинного обучения, который можно использовать здесь, - это kNN (k ближайших соседей). На основе независимых переменных kNN находит сходство между новыми и старыми точками данных. На простом примере данный алгоритм выглядит следующим образом.

ID	Age	Height	Weight
1	45	5	77
2	26	5.11	47
3	30	5.6	55
4	34	5.9	59
5	40	4.8	72
6	36	5.8	60
7	19	5.3	40
8	28	5.8	60
9	23	5.5	45
10	32	5.6	58
11	38	5.5	?

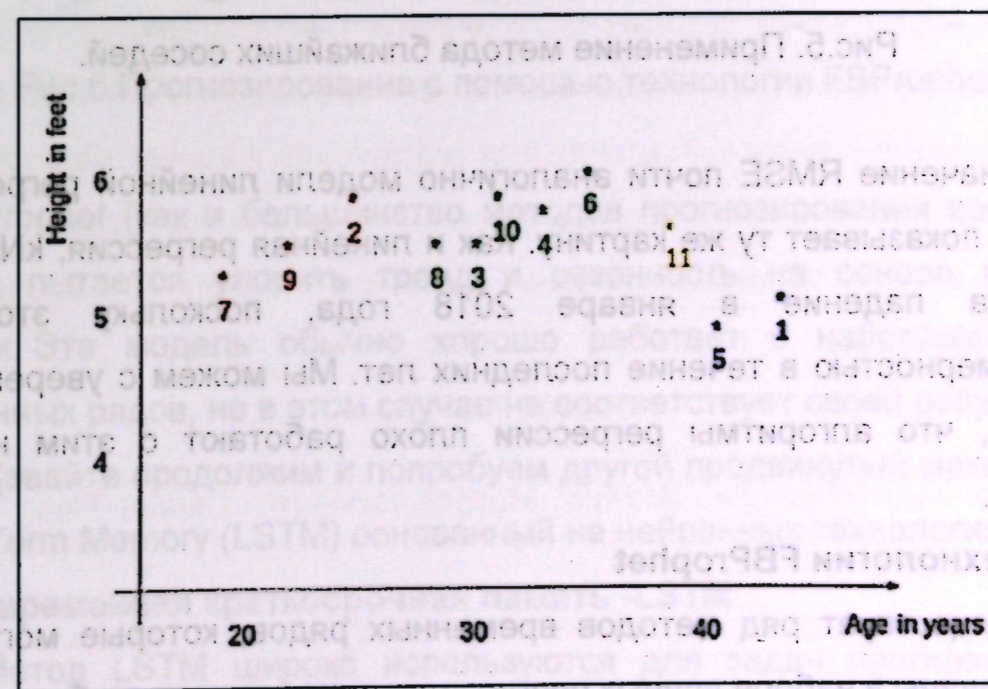


Рис.4. Расположение ближайших соседей.

Чтобы определить вес для ID # 11, kNN учитывает вес ближайших соседей этого ID. Предполагается, что вес ID # 11 будет средним для его соседей. Если мы сейчас рассмотрим трех соседей ($k = 3$), вес для ID # 11 будет $= (77 + 72 + 60) / 3 = 69,66$ кг.

ID	Height	Age	Weight
1	5	45	77
5	4.8	40	72
6	5.8	36	60

Среднеквадратичное значение = 115.17086550026721
 В значении RMSE нет большой разницы, но график для прогнозируемых и фактических значений должен обеспечить более четкое понимание.

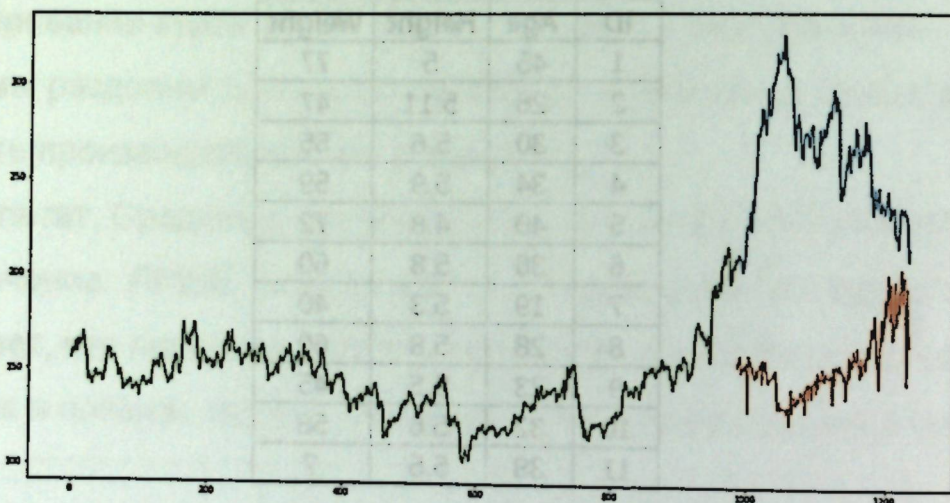


Рис.5. Применение метода ближайших соседей.

Значение RMSE почти аналогично модели линейной регрессии, и график показывает ту же картину. Как и линейная регрессия, kNN также выявила падение в январе 2018 года, поскольку это было закономерностью в течение последних лет. Мы можем с уверенностью сказать, что алгоритмы регрессии плохо работают с этим набором данных.

Технологии FBProphet

Существует ряд методов временных рядов, которые могут быть реализованы в наборе данных прогнозирования запасов, но большинство

из этих методов требуют предварительной обработки большого количества данных перед подгонкой модели. Prophet, разработанная и впервые использованная Facebook, представляет собой библиотеку прогнозирования временных рядов, которая не требует предварительной обработки данных и чрезвычайно проста в реализации. Входными данными для Prophet является фрейм данных с двумя столбцами: дата и цель (ds и y).

Prophet пытается уловить сезонность в прошлых данных и хорошо работает, когда набор данных большой. Вот интересная статья, которая объясняет Prophet простым и интуитивно понятным образом: Вот полученный прогноз

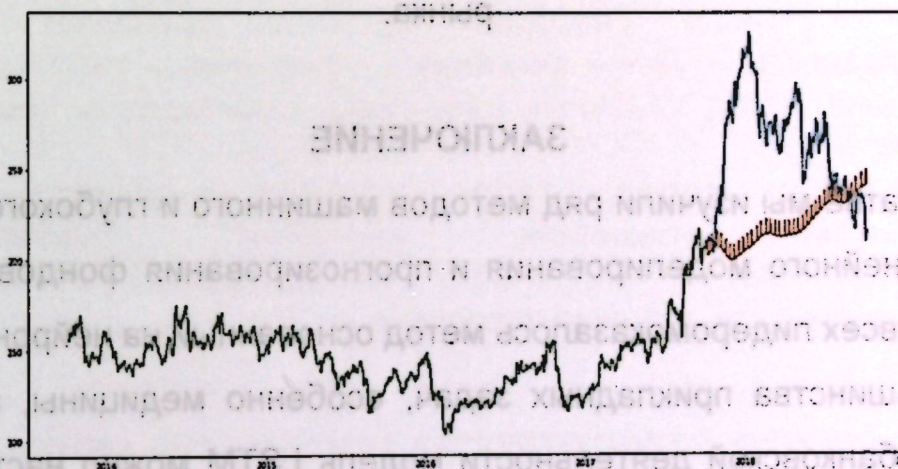


Рис.6. Прогнозирование с помощью технологии FBProphet.

Prophet (как и большинство методов прогнозирования временных рядов) пытается уловить тренд и сезонность на основе прошлых данных. Эта модель обычно хорошо работает с наборами данных временных рядов, но в этом случае не соответствует своей репутации.

Давайте продолжим и попробуем другой продвинутый метод - Long Short Term Memory (LSTM) основанный на нейронных технологиях.

Долговременная краткосрочная память -LSTM

Метод LSTM широко используются для задач прогнозирования последовательности и оказались чрезвычайно эффективными.

- Нейронная сеть LSTM может хранить прошлую информацию, которая важна, и забывать информацию, которая не является важной.

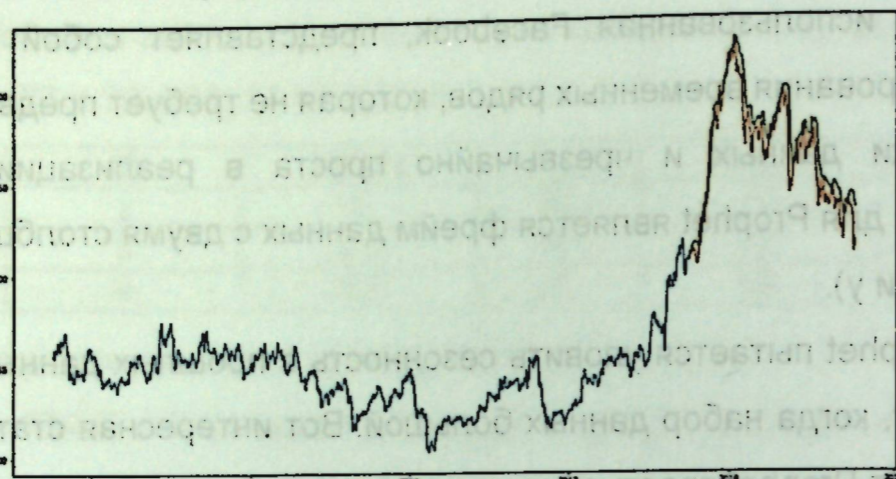


Рис.7. Применение нейронной сети к задаче прогнозирования фондового рынка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье мы изучили ряд методов машинного и глубокого обучения для нелинейного моделирования и прогнозирования фондового рынка. Но среди всех лидеров оказалось метод основанный на нейронных сетях. Для большинства прикладных задач, особенно медицины, экономики, климата, банковской деятельности модель LSTM можно настроить для различных параметров, таких как изменение количества слоев LSTM, добавление значения выпадения или увеличение количества эпох. Таким образом, мы изучили прогнозирование временных рядов, которые одновременно являются очень сложной областью нелинейного прогнозирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ясер Абу-Мостафа, Малик Магдон-Исмаил, Сюань-Тянь Линь – Learning From Data, 2012 г.
2. П. Брюс, Э. Брюс – Практическая статистика для специалистов Data Science, 2020.

3. О'Нил, Шаттл – Data Science. Инсайдерская информация для новичков, 2020
4. Ын, Су – Теоретический минимум по Big Data. Всё что нужно знать о больших данных, 2020.
5. Силен, Мейсман, Али – Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных, 2020.
6. Дж. Вандер Плас – Python для сложных задач. Наука о данных и машинное обучение, 2020

УДК 519. 633(075)

АНАЛИТИЧЕСКИЙ И ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Осмонканов А.М., Асанкожоева Н.Т.
КГТУ им. И.Раззакова

В данной статье приводится сравнение методов решения уравнения теплопроводности. Подробно рассмотрено решение аналитическим методом, а также разобран численное решение уравнения теплопроводности. Для решения уравнения теплопроводности использована метод конечных разностей и составлена программа на языке Java.

Ключевые слова: метод прогонки, системы линейных алгебраических уравнений, уравнения теплопроводности, дифференциальное уравнение, метод конечных разностей, температурное поле, граничные условия.

ЖЫЛУУЛУК ӨТКӨРҮМДҮҮЛҮК ТЕНДЕМЕСИН ЧЕЧҮҮНҮН АНАЛИТИКАЛЫК ЖАНА САНДЫК ЫКМАЛАРЫ

Осмонканов А. М., Асанкожоева Н.Т.
И. Раззаковатындагы КМТУ

Бул макалада жылуулук теңдемесин чечүү ыкмалары салыштырылат. Аналитикалык ыкма менен чечүү кеңири каралып, жылуулук теңдемесинин сандык чечими талданат. Жылуулук теңдемесин чечүү үчүн чектүү айырма ыкмасы колдонулган жана Java программасы түзүлгөн.

Баштапкы сөздөр: талдоо ыкмасы, сызыктуу алгебралык теңдемелер системасы, жылуулук өткөрүмдүүлүк теңдемелери, дифференциалдык теңдеме, чектүү айырмачылык методу, температуралык талаа, чек ара шарттары.

ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS FOR SOLVING THE HEAT EQUATION

Osmonkanov A.M., Asankozhoeva N.T.
KSTU named of I. Razzakov

This article compares the methods for solving the heat equation. The solution by the analytical method is considered in detail, and the numerical solution of the heat equation is analyzed. To solve the heat equation, the finite difference method was used and a Java program was compiled.

Key words: sweep method, systems of linear algebraic equations, heat conduction equations, differential equation, finite difference method, temperature field, boundary conditions.

Для решения задач теплопроводности в твердых телах сложной формы используются аналитические и численные методы. Решения возможны при известных краевых условиях, включающих начальное распределение температур в теле и граничные условия на поверхности тела, которые могут быть заданы одним из трех способов: температурой поверхности, тепловым потоком и коэффициентом теплоотдачи [1,2,3].

Классические методы математической физики позволяют решать уравнение теплопроводности только для частных случаев, когда начальные и граничные условия имеют достаточно простой вид.

Однако, для построения математических моделей адекватной реальному процессу, необходимо учитывать зависимость от температуры теплофизических характеристик материала, изменение формы тела, возможность фазовых превращений – это приводит к необходимости использовать приближенные методы расчета.

Из численных методов решения задач теплопроводности в настоящее время наиболее ценным и широко используемым является метод конечных разностей, основанный на замене производных, входящих в дифференциальное уравнение, разностными отношениями.

Для начала сформулируем задачу в дифференциальном виде. Так как распространение тепла фактически происходит по координатной оси, то уравнение теплопроводности будет одномерным:

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}, \quad 0 < x < L, \quad 0 < t < T, \quad (1)$$

где u – температура, $a^2 = \frac{k}{c\rho}$, k – коэффициент теплопроводности, c –

удельная теплоемкость, ρ – плотность (в задаче диффузии u –

концентрация диффундирующего вещества, $a^2 = \frac{d}{c}$, d – коэффициент

диффузии, c – коэффициент пористости среды, который определяется

отношением объема пор к рассматриваемому объему), $x=0$ и $x=L$ левый и

правый концы отрезка изменения пространственной переменной, $t=0$ и

$t=T$ – моменты начала и окончания процесса. На множестве $\bar{D} = [0, L] \times [0, T]$

рассматриваются различные начально-краевые задачи для уравнения

(рис. 1.1)

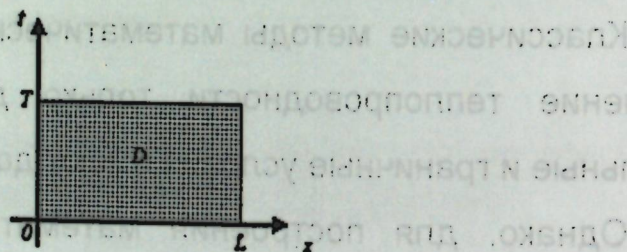


Рис. 1.1 - Область D ограниченная прямоугольником

Пользуясь явной схемой, найти приближенное решение начально-краевой задачи вида:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad 0 \leq x \leq 0,6 \quad 0 < t < 0,01$$

$$u(x,0) = 3x(1-x) + 0,12, \quad (\text{начальное условие})$$

$$u(0,t) = 2(t+0,06), \quad 0 < t < 0,01 \quad (\text{краевое условие на левой границе})$$

$$u(0,6,t) = \psi(t), \quad 0 < t < 0,01 \quad (\text{краевое условие на правой границе}).$$

Используя метод сеток, составить решение смешанной задачи для дифференциального уравнения параболического типа $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$

(уравнение теплопроводности) при заданных начальных условиях:

$$u(x,0) = f(x), \quad u(0,t) = \varphi(t), \quad u(0,6,t) = \psi(t), \quad \text{где } x \in [0; 0,6].$$

Решение

выполнить при $h=0,1$ для $t \in [0; 0,01]$ с четырьмя десятичными знаками, считая $\sigma=1/6$.

Решение:

Сравнивая с общей постановкой задачи, получаем $a^2=1, f(x) =$

$$3x(1-x) + 0,12 \quad \varphi(t) = 2(6 + 0,06) \quad \psi(t) = 0,84$$

$$u(x,0) = 3x(1-x) + 0,12, \quad u(0,t) = 2(t+0,06), \quad u(0,6,t) = 0,84.$$

Уравнение теплопроводности решается методом сеток постепенным

переходом от значений функций $u(x_i, t_j)$ к значениям $u(x_i, t_{j+1})$; причем

$$t_{j+1} = t_j + k, \quad \text{где } k = h^2 / 6 = 0,01 / 6 = 0,0017.$$

Вычисления производим по формуле

$$u_{i,j+1} = \frac{1}{6}(u_{i+1,j} + 4u_{i,j} + u_{i-1,j}) \quad (i=1,2,3,4,5,6; j=1,2,3,4,5,6).$$

Все расчеты приведены в таблице:

j	i	0	1	2	3	4	5	6
	x_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
	t_j							
0	0	0,12	0,39	0,60	0,75	0,84	0,87	0,84
1	0,0017	0,1233	0,3800	0,5900	0,7400	0,8300	0,8600	0,84
2	0,0033	0,1267	0,6372	0,5800	0,7300	0,8200	0,8517	0,84
3	0,0050	0,1300	0,3659	0,5704	0,7200	0,8103	0,8445	0,84
4	0,0067	0,1333	0,3607	0,5612	0,7101	0,8010	0,8380	0,84
5	0,0083	0,1367	0,3562	0,5526	0,7004	0,7920	0,8322	0,84
6	0,01	0,1400	0,3524	0,5445	0,6910	0,7834	0,8268	0,84

2. Программа на языке Java:

```

public class Calculator {
    private double u[][];
    private double x[] = {0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6};
    private double t[];
    private double k = 0.0017;

    public void initialize(){//Инициализация
        t = new double[7];
        t[0] = 0;
        for(int j = 0;j<6;j++){
            t[j+1] = t[j]+k;
        }
        u = new double[7][7];
        for(int i = 0;i<=6;i++){
            u[i][0] = 3*x[i]*(1-x[i])+0.12;
            u[0][i] = 2*(t[i]+0.06);
            u[6][i] = 0.84;
        }
    }

    public void solve(){//Решение
        initialize();
        for(int i = 0;i<=6;i++){
            u[i][0] = (double)Math.round(u[i][0] * 10000d) / 10000d;
            u[0][i] = (double)Math.round(u[0][i] * 10000d) / 10000d;
            t[i] = (double)Math.round(t[i] * 10000d) / 10000d;
        }
        for(int j = 0;j<6;j++){
            for(int i = 1;i<6;i++){
                u[i][j+1] = (u[i+1][j]+4*u[i][j]+u[i-1][j])/6;
            }
        }
    }
}

```

```

        double otvet = u[i][j+1];
        u[i][j+1] = (double)Math.round(otvet * 10000d) / 10000d;
    }
}

String s1 = "j";
String s2 = "i";
String s3 = "0";
String s4 = "1";
String s5 = "2";
String s6 = "3";
String s7 = "4";
String s8 = "5";
String s9 = "6";

System.out.format("%6s | %6s | %6s | %6s | %6s | %6s | %6s | %6s | %6s | %6s |", s1,s2,s3,s4,s5,s6,s7,s8,s9);
System.out.println();
System.out.println("-----");
System.out.println("-----");
System.out.format("%6s | ","");
System.out.format("%6s | ","t \ x");
for(int b = 0;b<x.length;b++){
    System.out.format("%6s | ",x[b]);
}
System.out.println();

for(int i = 0;i<x.length;i++){
    System.out.format("%6s | ",i);
    System.out.format("%6s | ",t[i]);
    for(int j = 0;j<t.length;j++){

```



```

        System.out.format("%6s | ", u[j][i]);
    }
    System.out.println();
}
}

public static void main(String[] args) {
    Calculator calculator = new Calculator(); //Объект класса
    калькулятор
    calculator.solve(); //Вызов метода решения
}

```

3. Результат программы:

j \ i	0	1	2	3	4	5	6	
0	0.0	0.12	0.39	0.6	0.75	0.84	0.87	0.84
1	0.0017	0.1234	0.38	0.59	0.74	0.83	0.86	0.84
2	0.0034	0.1268	0.3722	0.58	0.73	0.82	0.8517	0.84
3	0.0051	0.1302	0.3659	0.5704	0.72	0.8103	0.8445	0.84
4	0.0068	0.1336	0.3607	0.5612	0.7101	0.8009	0.8381	0.84

По данным проанализированным аналитическим решением уравнению теплопроводности, можно сделать вывод, что решение удается получить только для простейших условий, для тел простой формы, при этом отмечается высокая вычислительная сложность. При помощи численного метода всегда возможно удовлетворить граничным условиям задачи, и решать сложные задачи, недоступные для аналитических методов. Вычислительная сложность задачи значительно меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. - М.: Наука, 1960, - 524 с.;
2. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М.:Наука, 1983 – 726 с.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А., Уравнения математической физики, Физматлит, Москва, 1966. – 735 с.;
4. Кудинов В. А., Кудинов И. В. Методы решения уравнений теплопроводности. Самара, 2012. 280 с.

В данной работе рассмотрены основы методов решения уравнения теплопроводности с использованием WebGL. Приведены результаты применения разработанного веб-приложения в инструменте WebGL в построении оптимального маршрута.

Ключевые слова: WebGL, 3D-графика, оптимальный маршрут.

В данной работе рассмотрены основы методов решения уравнения теплопроводности с использованием WebGL. Приведены результаты применения разработанного веб-приложения в инструменте WebGL в построении оптимального маршрута.

Key words: visualization, WebGL, 3D graphics, optimal route.

УДК: 004.925 (514.85)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА С ПОМОЩЬЮ WEB GL

Садыкова А.Н., Абдиева Л.К., Алишеров А.А.
КГТУ им.И.Раззакова

В данной работе рассмотрены основы визуализации оптимального маршрута с использованием WebGL. Приведены результаты применения разработанного веб-приложения и инструментов WebGL в построении оптимального маршрута.

Ключевые слова: визуализация, WebGL, 3D-графика.

WEBGLДИ КОЛДОНУУ АРКЫЛУУ ОПТИМАЛДЫК МАРШРУТТУ ИЗДӨӨ

Садыкова А.Н., Абдиева Л.К., Алишеров А.А.
И.Раззакова ат. КМТУ

Бул макалада WebGL аркылуу оптималдуу маршрутту визуализациялоонун негиздери каралат. Оптималдуу маршрутту курууда иштелип чыккан веб-тиркемени жана WebGL инструменттерин колдонуунун натыйжалары берилген.

Баштапкы сөздөр: визуализация, WebGL, 3D графикасы.

VISUALIZATION FINDING THE OPTIMAL ROUTE USING WEB GL

Sadykova A.A., Abdieva L. K., Alisherov A.A.
KSTU named of I.Razzakov

In this paper, the basics of visualizing the optimal route using WebGL are considered. The results of using the developed web application and WebGL tools in constructing the optimal route are presented.

Key words: visualization, WebGL, 3D graphics.

Визуализация оптимального маршрута - это мощное средство, помогающее пользователям в эффективном передвижении по городской и другим локациям на местности. С помощью визуализации можно рассмотреть различные варианты маршрутов в режиме реального времени.

Библиотека WebGL создает интерактивную 3D-графику и отображает ее в интернет-браузере. Визуализации маршрутов в 3D позволяет добиться глубины и реалистичности. С помощью WebGL можно масштабировать, перемещать и вращать карту, для того чтобы было зрительно лучше видеть оптимальный маршрут. На основе данных об оптимальном маршруте создается 3D модель или графическая линия: она соединяет графические элементы оптимального маршрута. Оптимальный маршрут или его некоторую часть можно выделить, задавая цвет, толщину или стиль графической линии. Библиотека WebGL также осуществляет возможность интерактивно взаимодействовать с 3D моделью: при наведении курсора путевые точки интерактивно отображают информацию о маршруте и другое [1,3].

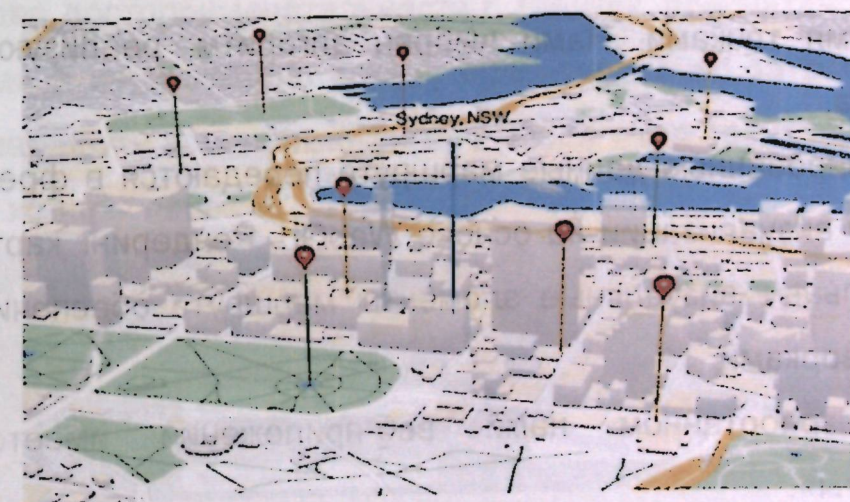


Рис. 1. Визуализация в виде 3D модели.

С помощью библиотеки WebGL можно изменять данные маршрута: добавлять или удалять графические объекты и.т.д.

Мощность графического процессора WebGL предоставляет быстрые и плавные визуализации, что позволяет достаточно быстро и эффективно производить сложные вычисления при обработке больших наборов данных.

WebGL является доступным для широкого круга пользователей, так как он совместим с различными платформами и поддерживается основными веб-браузерами, такими как Chrome, Firefox и др. Поэтому визуализация маршрутов с помощью WebGL доступна пользователям, работающих в компьютерах или мобильных устройствах.

Чтобы визуализировать маршруты на основе WebGL, нужно выполнить следующие шаги [2]:

- 1) Подготовка данных: собирается необходимая информация, включая географические данные, дорожные сети и т.д. Потом эти данные структурируются и проходят предварительную обработку чтобы обеспечить эффективность искомого маршрутов.
- 2) Алгоритм оптимизации маршрута: Реализация алгоритма оптимизации маршрута, является важной составляющей для поиска оптимального пути между двумя точками. Нами выбран алгоритм, реализующий метод гаверсинуса.
- 3) Оптимизированные данные маршрута передаются в фреймворк или библиотеку визуализации на основе WebGL. Рендеринг карты и другие дополнительные визуальные элементы маршрута обеспечиваются как раз фреймворками.

В разработанном нами веб-приложении имеется раздел «Координаты».

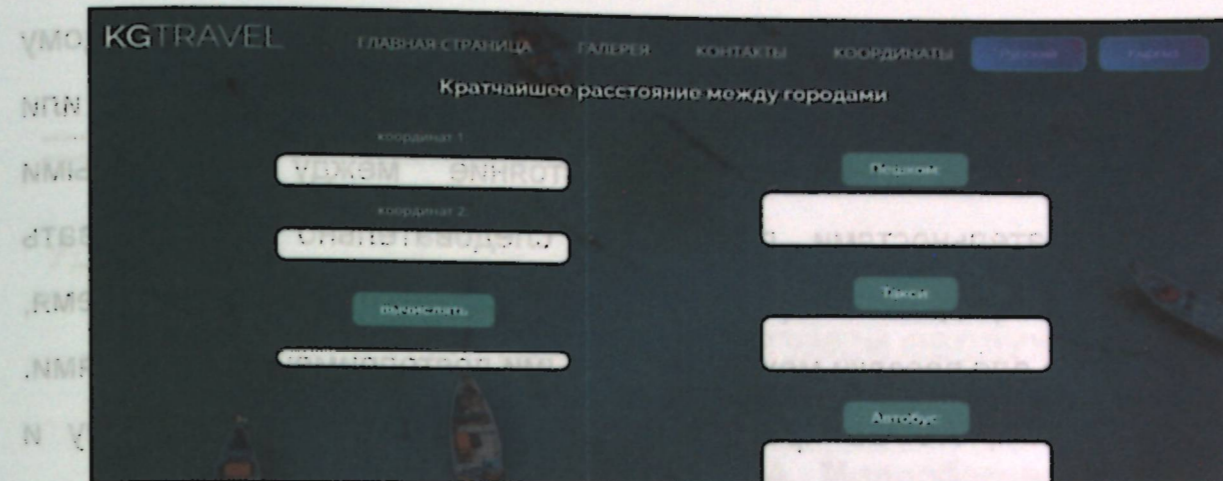


Рис. 2. Страница «Координаты» веб-приложения.

На рисунке 2, в окошках – координата 1 и координата 2 вводятся названия выбранных достопримечательностей. Затем нажимаем кнопку «Вычислить», после этого появляется окно, где показано расстояние между достопримечательностями в километрах. А также указывается время в минутах, которое будет затрачено при проезде на общественном транспорте, такси и пешком.

На рисунке 3 приведены результаты тестирования веб-приложения, выбраны две достопримечательности г. Бишкек, подсчитано расстояние между ними в км и указано время, ориентировочно затрачиваемое по данному маршруту в зависимости от выбора вида транспорта (автобус, такси) или ходьбы пешком.

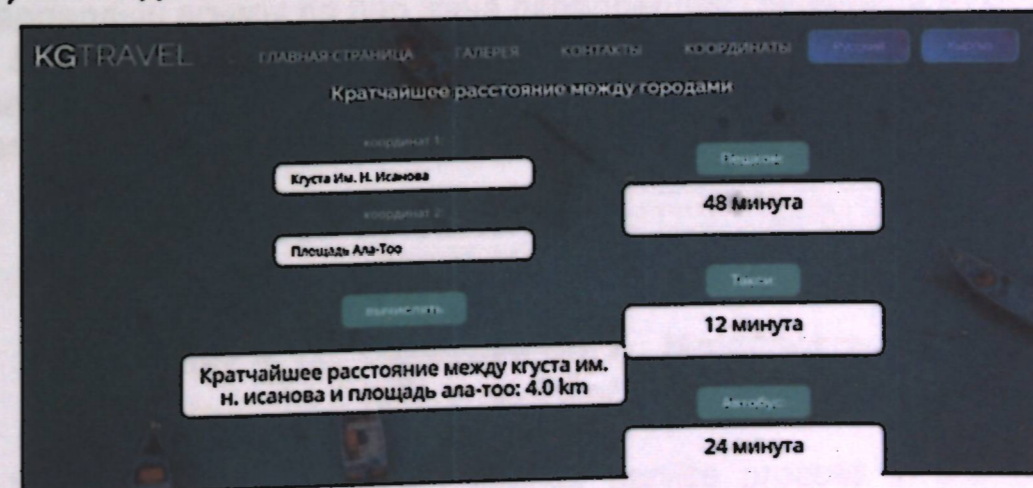
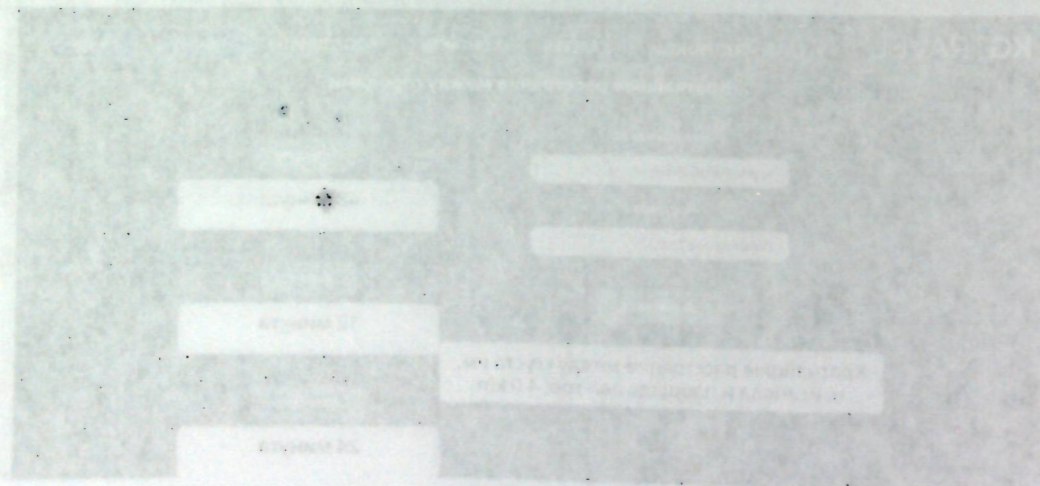


Рис. 3. Результаты тестирования веб-приложения

Разработанное веб-приложение дает возможность каждому пользователю, имеющему доступ к интернету в компьютере или мобильном устройстве узнать расстояние между выбранными достопримечательностями г. Бишкек, следовательно спланировать маршруты, определить кратчайший маршрут и оценить время, необходимое для поездки между различными достопримечательностями. Таким образом, WebGL предлагает мощную и гибкую платформу и предоставляет интерактивную визуализацию оптимального маршрута в веб-браузере.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Киселев. М. WebGL программирования трехмерной графики. М.: ДМК Пресс, 2012г. - 498 стр.
2. Электронный учебник [сайт]. URL: <https://metanit.com/web/webgl/>
3. WebGL: 3D Graphics Programming. DMK Press, Matsuda K., Lee R. 2015. 26-41 стр.



УДК 519.87

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ БАНКА

Иманалиев А. Д., Аблабекова Ч. А., Молдобекова Ж. М.
КГТУ им. И. Раззакова

В статье анализирован процесс обслуживания клиентов в банке, выбран тип системы массового обслуживания, в которой имеется как входной поток, так и поток обслуженных клиентов, причем параллельно могут обслуживаться.

Ключевые слова: математическое моделирование, система массового обслуживания, коммерческий банк, оптимизация управления системой обслуживания в банке

БАНКТЫН КАРДАРЛАРЫ УЧУН КЫЗМАТ КӨРСӨТҮҮ СИСТЕМАСЫН БАШКАРУУНУ ОПТИМАЛАШТЫРУУ

Иманалиев А.Д., Алабекова Ч.А., Молдобекова Ж.М.
И.Раззакова ат. КМТУ

Макалада банкта кардарларды тейлөө процесси талданып, кезек системасынын түрү тандалып алынган, анда кирүү агымы да, тейленген кардарлардын агымы да бар жана параллелдүү тейлениши мүмкүн.

Баштапкы сөздөр: математикалык моделдөө, кезек күтүү тутуму, коммерциялык банк, банктын тейлөө тутумун башкарууну оптималдаштыруу

OPTIMIZATION OF SERVICE SYSTEM MANAGEMENT BANK CUSTOMERS

Imanaliev A. D., Alabekova Ch. A., Moldobekova Zh. M.
KSTU named of I. Razzakov

The article analyzes the customer service process in the bank and selects the type of queue system in which there is both an input stream and a stream of serviced customers, and which can be serviced in parallel.

Keywords: mathematical modeling, queuing system, commercial bank, optimization of service system management in the bank

Введение

В настоящее время банковские учреждения предлагают очень много услуг и выполняют различные функции. Качество обслуживания становится важнейшим фактором конкурентоспособности компании на рынке, тем более что воздействие ценовых причин на массовые услуги ослабевает [1]. В данной статье описаны способы планирования количества специалистов, оценки и оптимизации качества сервиса.

Серьезной проблемой при выполнении поставленной задачи является уменьшение очереди обслуживания клиентов. Чем длиннее очередь, тем больше потери от пребывания в ней клиентов. С другой стороны, чем больше обслуживающих устройств - тем дороже их содержание, но в то же время тем короче очередь. Таким образом, задача состоит в том, чтобы уравновесить два фактора, действующих в противоположных направлениях, - затраты на содержание обслуживающих устройств и затраты на пребывание в очереди [6].

Основная часть

Цель изучения режима функционирования обслуживающей системы заключается в том, чтобы взять под контроль некоторые количественные показатели функционирования системы:

- среднее время пребывания клиента в очереди;
- доля времени, в течение которого система из-за отсутствия заявок на обслуживание бездействует [5].

При выполнении условий стационарности мы используем следующие операционные характеристики систем массового обслуживания:

- p_n - вероятность того, что в системе находится n клиентов;
- L_s - среднее число находящихся в системе клиентов;
- L_q - среднее число клиентов в очереди на обслуживание;

- W_s - средняя продолжительность пребывания клиента в системе;
- W_q - средняя продолжительность пребывания клиента в очереди.

Тогда

$$L_s = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot p_n \text{ и } L_q = \sum_{n=c}^{\infty} (n - c) \cdot p_n \quad (1)$$

Если частота поступлений в систему заявок на обслуживание равняется λ , то имеем:

$$L_s = \lambda \cdot W_s, \quad L_q = \lambda \cdot W_q \quad (2)$$

т. е. число ожидающих обслуживания клиентов равняется средней интенсивности входного потока, умноженной на среднее время ожидания.

Для анализа эффективности системы массового обслуживания используются показатели, характеризующие качество и условия работы обслуживающей системы, и показатели, отражающие экономические особенности системы. Зная частоту поступления заявок λ , среднюю скорость обслуживания μ , вероятность пребывания в состоянии ожидания n клиентов, вместимость зала ожидания, можно определить оптимальное количество касс, которыми должен располагать банк по следующим зависимостям: $\tilde{n} = p \cdot q \quad (3)$

где $p = \lambda/\mu$; $q = 1 - p_n$.

В результате учета полученных операционных характеристик исследуемой банковской системы возникает необходимость в построении оптимизационной модели со стоимостными критериями и показателями [3].

Входным потоком в системе является поток заявок клиентов банка на совершение операций по счетам. Заявки последовательно проходят три этапа обработки в корпоративной сети банка:

- первичная обработка и контроль в отделении;
- передача по каналам связи;
- обработка в АБС.

Пройдя последовательно три фазы обслуживания, заявки покидают систему. Входной поток L_j заявок j -й системы ($j = 1, \dots, k$) является суперпозицией n_j ($j = 1, \dots, k$) независимых потоков L_{jr}, \dots, L_{jr} ($j = 1, \dots, k$), где источником заявок, составляющих L_{jr} поток заявок, является рабочее место r канала; (отделение) ($r = 1, \dots, n_j, j = 1, \dots, k$) [4].

В силу указанного выше свойства входным потоком заявок j -й системы, поступающих на обслуживание на прибор B_j ($j = 1, \dots, k$), $L_j = L_{j1} + \dots + L_{jn_j}$, является нестационарный поток с пуассоновским распределением и интенсивностью:

$$\lambda_j(t) = \sum_{r=1}^{n_j} \lambda_{jr}(t), j = 1, \dots, k$$

В результате статистического анализа протоколов банка получена зависимость интенсивности поступления заявок $\lambda(t)$ на вход системы, представляющая собой интенсивность суммарного потока (рис. 1).

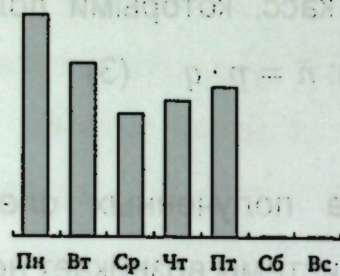


Рис. 1. Изменение интенсивности входного потока по дням недели

Практическая часть

Рассчитав основные характеристики систем массового обслуживания, определено оптимальное количество кассовых аппаратов для трех вариантов:

- 1) при небольшом количестве клиентов в течение трех недель месяца;
- 2) при резком увеличении клиентов в течение последней недели месяца;

3) при увеличении времени обслуживания до 8 ч в течение последней недели месяца.

Вариант 1. Поток клиентов в отделение банка является пуассоновским (при частоте поступлений в систему заявок на обслуживание $\lambda = 5$ клиентов в час (25 чел/сут). Продолжительность работы - 5 ч. Продолжительности обслуживания в расчете на одного клиента распределены экспоненциально со средним значением 4 мин или 0,067 ч, т. е. $1/\mu = 0,067$. Средняя скорость обслуживания $\mu = 14,92$. Средняя продолжительность пребывания клиента в очереди W_q принимается за 9 мин, или 0,15 ч. W_s - средняя продолжительность пребывания клиента в системе: $4 + 9 = 13$ мин, или 0,22 ч.

Тогда, используя формулу (2) получим:

$$L_q = \lambda \cdot W_q = 5 \cdot 0,15 = 0,75$$

$$L_s = \lambda \cdot W_s = 5 \cdot 0,22 = 1,1$$

т. е. число ожидающих обслуживания клиентов равняется средней интенсивности входного потока, умноженной на среднее время ожидания.

Полагая $p = \lambda / \mu = 0,335$, для определения вероятности нахождения в системе n клиентов используется модель:

$$p_n = \begin{cases} \left(\frac{p^n}{n!} \right) \cdot p_0, & 0 \leq n \leq c, \\ \left(\frac{p^n}{c^{n-c} \cdot c!} \right) \cdot p_0, & n > c \end{cases};$$

$$p_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{p^n}{n!} + \frac{p^c}{c! \cdot (1-p/c)} \right\}^{-1}$$

где $p/c < 1$, c - количество кассовых аппаратов в банке.

Отсюда следует, что

$$L_q = \frac{p^{c+1}}{(c-1)! \cdot (c-p)^2} \cdot p_0 = \left(\frac{c \cdot p}{(c-p)^2} \right) \cdot p_c$$

$$L_s = L_q + p; W_q = \frac{L_q}{\lambda}; W_s = W_q + \frac{1}{\lambda}$$

Вычисления по приведенной модели оказываются слишком громоздкими, поэтому нами использованы приближенные методы вычислений для нахождения значения c :

$$p_0 \approx [(c-p)(c-1)!]/c^c \quad \text{и} \quad L_q = p/(c-p)$$

Отсюда следует, что

$$c = \frac{p}{L_q} + p = \frac{0,335}{0,75} + 0,335 = 0,78 \approx$$

Таким образом, в течение трех недель месяца банку достаточно иметь одну приходную кассу для оптимального обслуживания клиентов. Затраты на обслуживание составят:

- оплата труда оператора — 6 тыс. сом/мес.;
- обслуживание кассового аппарата — 1,6 тыс. сом/мес.

Вариант 2. Поток клиентов в отделение банка является пуассоновским при частоте поступлений в систему заявок на обслуживание $\lambda = 30$ клиентов в час (150 чел/сут). Продолжительность работы - 5 ч. Продолжительность обслуживания клиента в среднем также принимаем за 4 мин, или 0,067 ч, т. е. $1/\mu = 0,067$. Средняя скорость обслуживания $\mu = 14,92$. Полагаем $\rho = \lambda/\mu = 2,01$. Средняя продолжительность пребывания клиента в очереди W_q принимается за 9 мин, или 0,15 ч.

Тогда, используя формулу (2) получим:

$$L_s = \lambda \cdot W_s = 30 \cdot 0,22 = 6,6$$

$$L_q = \lambda \cdot W_q = 30 \cdot 0,15 = 4,5$$

$$c = \frac{p}{L_q} + p = \frac{2,01}{4,5} + 2,01 = 2,46 \approx 3$$

Таким образом, в течение последней недели месяца банку необходимо иметь три приходные кассы для оптимального обслуживания клиентов. Затраты на обслуживание составят:

- 1) оплата труда операторов — 18 тыс. сом/мес.;
- 2) обслуживание кассовых аппаратов — 4,8 тыс. сом/мес.

3) единовременные затраты 15 тыс. сом. (оргтехника).

Дополнительное обслуживающее устройство потребует как капитальных вложений на приобретение компьютера, принтера и другой оргтехники в размере 15 тыс. сом., так и ежемесячных расходов на оплату оператора и обслуживание дополнительного оборудования. При этом большую часть месяца дополнительная касса не будет задействована.

Вариант 3. Поток клиентов в отделение банка является пуассоновским при частоте поступлений в систему заявок на обслуживание $\lambda = 19$ клиентов в час (150 чел/сут). Продолжительность работы - 8 ч. Продолжительность обслуживания клиента в среднем также принимаем за 4 мин, или 0,067 ч, т. е. $1/\mu = 0,067$. Средняя скорость обслуживания $\mu = 14,92$. Полагаем $\rho = \lambda/\mu = 1,27$. Средняя продолжительность пребывания клиента в очереди W_q принимается за 9 мин, или 0,15 ч.

Таким образом, при восьмичасовом обслуживании клиентов банку необходимо иметь две приходные кассы, столько же, сколько у него имеется в настоящее время. Затраты на обслуживание составят:

- оплата труда операторов — 12 тыс. сом/мес.;
- обслуживание кассовых аппаратов — 3,2 тыс. сом/мес.

Таким образом, для улучшения сложившейся ситуации и равномерной загрузки приходных касс в течение всего месяца мы предлагаем оставить банку две приходные кассы, но существенно изменить распорядок работы операторов этих касс:

- в первые три недели месяца определить работу двух операторов попеременно по 3 ч до или после обеда. Согласно расчетам, по первому варианту в это время банку достаточно иметь одну кассу;
- в последнюю неделю оба оператора работают по 8 ч, т. е. до 18⁰⁰.

При этом общие затраты труда составят:

$$T_1 = 3 \cdot 15 \text{ дн} = 45 \text{ ч}; \quad T_2 = 8 \text{ ч} \cdot 5 \text{ дн} = 40 \text{ ч}.$$

$$T = 2 \cdot (T_1 + T_2) = 170 \text{ чел.-ч.}$$

В настоящее время затраты труда двух операторов, работающих в течение месяца по 5 ч, равны:

$$T = 5 \text{ ч} \cdot 20 \text{ дн.} = 100 \text{ ч.}; T = 2 \cdot T = 200 \text{ чел.-ч.}$$

Выводы

Как видно, в результате оптимизации работы операторов, обслуживающих клиентов банка, экономия затрат труда составит 30 чел.-ч, что может привести к экономии фонда оплаты труда. Кроме того, за счет увеличения продолжительности рабочего дня более равномерным станет поток клиентов, что приведет к уменьшению времени нахождения клиентов в очереди, следовательно, и в системе. Продление времени обслуживания до 18⁰⁰ ч станет более удобным для работающих на производствах клиентов, желающих погасить кредиты. Предложенные мероприятия повысят привлекательность банка для клиентов и позволят уравновесить два фактора, действующих в противоположных направлениях, — затраты на содержание обслуживающих устройств и затраты на пребывание в очереди.

При изменении количества специалистов в целях оптимизации необходимо соблюдать баланс. Нельзя допустить, чтобы клиенты ожидали своей очереди слишком долго, но в то же время каналы обслуживания не должны простаивать больше установленного времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казимагомедов А.А. Банковское дело: организация деятельности Центрального банка и коммерческого банка, небанковских организаций: учебник / А. А. Казимагомедов. - М.: Инфра-М, 2018. - 502 с.
2. Маркова О.Н. Организация деятельности коммерческого банка: учебник / О.Н. Маркова. - М.: Инфра-М, 2016. - 496 с.

3. Пухов А.В. Организация операционной работы по приему платежей физических лиц без открытия счета // Расчеты и операционная работа в коммерческом банке. - 2017. - №5. - С.15-19.

4. Русанов Ю.Ю. Банковский менеджмент: учебник / Ю.Ю. Русанов - М.: Магистр: Инфра-М, 2017. - 480 с.

5. Лабскер, Л.Г. Теория массового обслуживания в экономической сфере / Л.Г. Лабскер, Л.О. Бабешко. - М.: ЮНИТИ, 1998.

6. Черушева, Татьяна Вячеславовна. Теория массового обслуживания: учеб. пособие / Т. В. Черушева, Н. В. Зверовщикова. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2021. - 224 с.

OPTIMIZING A WEB APP FOR
WEB-TURKEMENISTAN

Садыхова А.А., Абдиева Л.К., Алибердиев А.А.
N. Sadikova et al. KUTU

DEVELOPING A WEB APP FOR
CONSTRUCTION OF THE OPTIMAL ROUTE

Садыхова А.А., Абдиева Л.К., Алибердиев А.А.
Sadikova A.A., Abdieva L.K., Aliberdiev A.A.
KUTU named of I.Razakov

The paper considers the development of a web application for solving the problem of finding the optimal route between given points on the ground.

УДК: 004.55, (004.922, 514.85)

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА

Садыкова А.Н., Абдиева Л.К., Алишеров А.А.
КГТУ им.И.Раззакова

В данной работе рассматривается разработка веб-приложения для решения задачи поиска оптимального маршрута между заданными пунктами на местности. Веб-приложение разработано с помощью языка программирования JavaScript. Для нахождения оптимального маршрута применяется формула гаверсинов.

Ключевые слова: оптимальный маршрут, языки программирования JavaScript, веб-приложение, формула гаверсинов.

ОПТИМАЛДЫК МАРШРУТ КУРУУ ҮЧҮН ВЕБ ТИРКЕМЕСИН ИШТЕП ЧЫГУУ

Садыкова А.Н., Абдиева Л.К., Алишеров А.А.
И.Раззакова ат. КМТУ

Бул макалада жер бетинде берилген чекиттердин ортосундагы оптималдуу маршрутту табуу маселесин чечүү үчүн веб-тиркемени иштеп чыгуу каралат. Веб колдонмо JavaScript программалоо тилин колдонуу менен иштелип чыккан. Оптималдуу жолду табуу үчүн хэверсин формуласы колдонулат.

Баштапкы сөздөр: оптималдуу маршрут, программалоо тилдери JavaScript, веб тиркеме, гаверсинус формуласы.

DEVELOPING A WEB APP FOR CONSTRUCTION OF THE OPTIMAL ROUTE

Sadykova A.A., Abdieva L. K., Alisherov A.A.
KSTU named of I.Razzakov

This paper considers the development of a web application for solving the problem of finding the optimal route between given points on the ground.

The web application is developed using the JavaScript programming language. To find the optimal route, the haversine formula is used.

Key words: optimal route, programming languages JavaScript, web application, haversine formula.

Задача построения оптимального маршрута была впервые сформулирована как задача коммивояжера в 1832 году. Однако она является актуальной и востребованной и в наше время, так как поиск оптимального маршрута возникает во многих прикладных задачах различных сфер, к примеру в транспортной логистике: некоторые потоки грузов транспортируются по линии автомобильных, железнодорожных и др. сетей; потоки информации по информационно-коммуникационным сетям; рациональное территориальное размещение пунктов производства и предприятий и другие [2,3].

Однако, хотя имеется достаточно много теоретических исследований и практических алгоритмов решений данной задачи, не имеется веб приложений в г. Бишкек, которые позволяют людям незнакомых с математикой и программированием осуществлять поиск оптимального маршрута на местности.

Наше веб-приложение разработано с помощью языка программирования JavaScript [4]. Приведем некоторые основные коды:

```

<script>
let cityname = "Russia";
let geocodingurl = "https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?address=" +
encodeURIComponent(cityname);

fetch(geocodingurl)
.then(response => response.json())
.then(data => {
if (data.results.length > 0) {
let latitude = data.results[0].geometry.location.lat;
let longitude = data.results[0].geometry.location.lng;
console.log("Координаты города " + cityname + " : " + latitude + ", " + longitude);
} else {
console.log("Не удалось найти координаты для города " + cityname);
}
})
.catch(error => {
console.log("Ошибка при получении координат города: " + error);
});
</script>

```



```

function calculateDistance() {
  let city1 = document.getElementById("city1").value;
  let city2 = document.getElementById("city2").value;
  if (cityCoordinates.hasOwnProperty(city1) && cityCoordinates.hasOwnProperty(city2)) {
    let lat1 = cityCoordinates[city1].lat;
    let lat2 = cityCoordinates[city2].lat;
    let lon1 = cityCoordinates[city1].lon;
    let lon2 = cityCoordinates[city2].lon;
    let distance = getDistance(lat1, lon1, lat2, lon2);
    document.getElementById("result").innerHTML = "Кратчайшее расстояние между " + city1 + " и " + city2 + " равно " + distance.toFixed(2) + " км.";
  } else {
    document.getElementById("result").innerHTML = "Не удалось найти координаты указанных городов.";
  }
}

```

Рис. 1. Определение местоположения достопримечательности.

На рис.1 приведен код программы, реализующий основной макет веб-приложения.

```

let cityCoordinates = [
  "Бишкек": {lat: 42.8746, lng: 74.5698},
  "Иссык-Куль": {lat: 40.5236, lng: 72.7997},
  "Джалал-Абад": {lat: 40.9336, lng: 73.0854},
  "Каракол": {lat: 42.6987, lng: 78.4936},
  "Нарын": {lat: 41.4285, lng: 75.9918},
  "Талас": {lat: 42.5186, lng: 72.2426},
  "Тонкая": {lat: 42.87548, lng: 74.685728},
  "Площадь ала-тоо": {lat: 42.875681, lng: 74.683678},
  "Чуй": {lat: 42.8747, lng: 74.6876},
  "Горосект чуй исула абарманова": {lat: 42.8747, lng: 74.6876},
  "Государственный исторический музей": {lat: 42.878824, lng: 74.683572},
  "Мемориальный дом-музей И.В.Фрунзе": {lat: 42.888439, lng: 74.685575},
  "Национальный музей изобразительных искусств": {lat: 42.878818, lng: 74.618784},
  "Центральный мечеть": {lat: 42.883484, lng: 74.628187},
  "Курантовая Башня": {lat: 42.875244, lng: 74.612444},
  "Уделье ала-арча": {lat: 42.644317, lng: 74.481611},
  "Горнолыжная база «Кашка-Суу»": {lat: 42.842587, lng: 74.528487},
  "Национальный археологический музей": {lat: 42.878681, lng: 74.579443},
  "Бишкекский городской драматический театр им. Унуралыча": {lat: 42.874595, lng: 74.634117},
  "Парк Панфилова": {lat: 42.879695, lng: 74.688281},
];

```

Рис.2. Ввод основных достопримечательностей г. Бишкек.

На рис.2 приведен код программы, включающий в себя данные основных достопримечательностей г. Бишкек.

```

function getDistance(lat1, lon1, lat2, lon2) {
  let R = 6371; // Радиус Земли в километрах
  let dLat = (lat2 - lat1) * Math.PI / 180;
  let dLon = (lon2 - lon1) * Math.PI / 180;
  let a = Math.sin(dLat/2) * Math.sin(dLat/2) +
    Math.sin(dLon/2) * Math.sin(dLon/2) * Math.cos(lat1) * Math.cos(lat2);
  let c = 2 * Math.atan2(Math.sqrt(a), Math.sqrt(1 - a));
  let distance = R * c;
  return distance;
}

```

Рис 3. Код программы, реализующий формулу Гаверсинусов.

На рисунке 3 приведен код программы, реализующий вычисление кратчайшего пути между указанными точками местности по формуле Гаверсинусов [1]. Формула Гаверсинусов является полезным инструментом в геодезии, астрономии и навигации, где требуется рассчитать стороны или углы треугольников на сферических поверхностях, таких как Земля или другие планеты. Это позволяет определить расстояния между точками на сфере или ориентацию объектов в космическом пространстве.

Главная страница разработанного веб-приложения включает в себя логотип (KGTRAVEL), слоган (Время путешествовать с KGTRAVEL), разделы Галерея, Контакты, Координаты, а так же короткое видео об одном отеле на берегу озера Иссык-Куль. Кроме этого, имеется возможность ознакомиться с сайтом на кыргызском и русском языках. В самом внизу страницы имеются ссылки на социальные сети: фейсбук, инстаграм и другие.

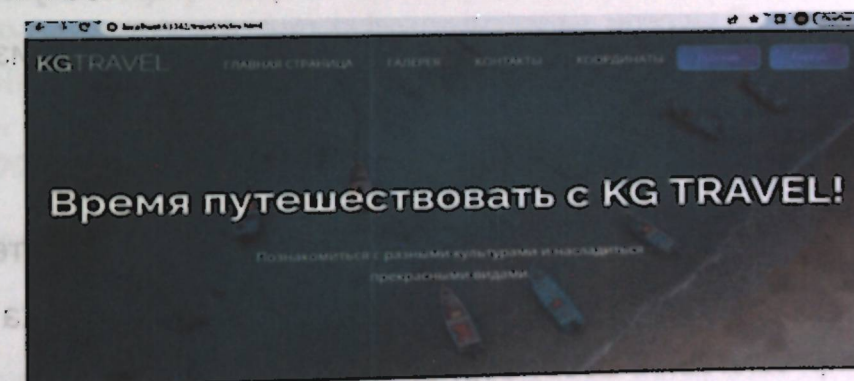


Рис. 4. Главная страница сайта

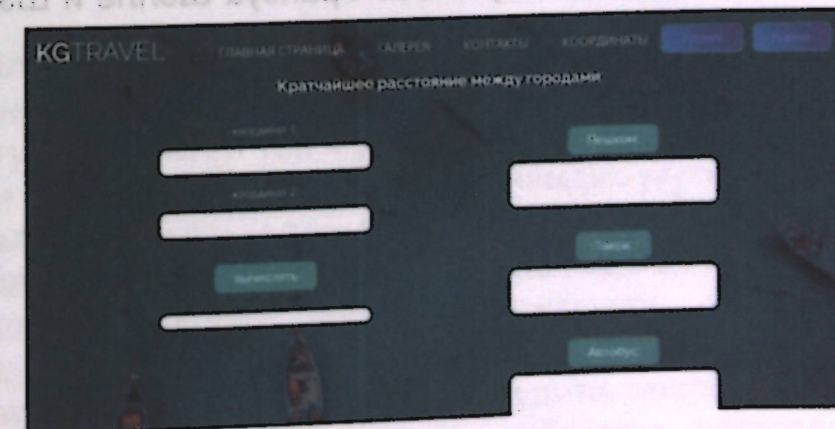


Рис.5. раздел «Координаты».

Именно через этот раздел «Координаты» разработанного веб-приложения осуществляется поиск оптимального маршрута, в частности кратчайшего пути между выбранными достопримечательностями г. Бишкек по формуле Гаверсинусов.

В данном веб-приложении введены небольшое количество точек маршрута–достопримечательностей, кратчайшее расстояние определяется формулой Гаверсинусов. Однако нужно отметить, что при работе с большим количеством данных необходимо будет расширить базу наименований точек маршрута. Следует также отметить, что формула Гаверсинуса дает приближенные решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронный учебник [сайт]. URL: http://www.math.mrsu.ru/text/courses/method/osn_pon_teor_graph.htm
2. Изотова Т.Ю. Обзор алгоритмов поиска кратчайшего пути в графе // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. №19. с.5-6.
3. Исследование решения задачи коммивояжера //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика Борознов Владимир Олегович. 2009. Стр. 5.
4. JavaScript для глубокого обучения. Франсуа Шолле и Шэнкунг Цэй, Эрик Нильсон, Стэн Байлесчи. 2021. 576 стр.

УДК: 657.6.004.056.226(5)

РИСК - ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОВЕДЕНИЮ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аскарова М.М., Эркинбаев Т. Д., Абдиева Л.К., Осмонканов А.М.

КГТУ им.И.Раззакова

В статье рассматривается значимость аудита безопасности в современных организациях и его влияние на эффективное управление рисками и защиту информации. Рассматривается аудит как инструмент анализа внешних и внутренних угроз безопасности, выявления регуляторных и юридических рисков, предотвращения мошенничества и защиты коммерческой тайны. Особое внимание уделяется риск-ориентированному подходу, анализу бизнес-процессов и разработке рекомендаций по улучшению безопасности.

Ключевые слова: Аудит безопасности, угрозы безопасности, риски, информационная защита, риск-ориентированный подход, бизнес-процессы, рекомендации, мошенничество, коммерческая тайна, устойчивость организации.

ТОБОКЕЛЧИЛИК- АУДИТТИН МААЛЫМАТТЫК КООПСУЗДУГУН

ӨТКӨРҮҮГӨ КАРАТА БАГЫТТАЛГАН МАМИЛЕ

Аскарова М.М., Эркинбаев Т. Д., Абдиева Л.К., Осмонканов А.М.

И.Раззакова атн. КМТУ

Макалада заманбап уюмдардагы коопсуздук аудитинин мааниси жана анын тобокелдиктерди натыйжалуу башкарууга жана маалымат коопсуздугуна тийгизген таасири каралат. Аудитти коопсуздуктун тышкы жана ички коркунучтарын талдоо, ченемдик-укуктук тобокелдиктерди аныктоо, алдамчылыктын алдын алуу жана коммерциялык сырды коргоо куралы катары каралат. Тобокелге негизделген мамилеге, бизнес процесстерин талдоого жана коопсуздукту жакшыртуу боюнча сунуштарды иштеп чыгууга өзгөчө көңүл бурулат.

Баштапкы сөздөр: Коопсуздук аудити, коопсуздук коркунучтары, тобокелдиктер, маалыматты коргоо, тобокелге негизделген мамиле,

бизнес процесстери, сунуштар, алдамчылык, коммерциялык сырлар, уюмдун туруктуулугу.

RISK - A RISK-ORIENTED APPROACH TO INFORMATION SECURITY AUDIT

Askarova M.M., Erkinbaev T. D., Abdieva L. K., Osmonkanov A.M.
KSTU named of I.Razzakov

The article discusses the importance of security auditing in modern organizations and its impact on effective risk management and information protection. The audit is considered as a tool for analyzing external and internal security threats, identifying regulatory and legal risks, preventing fraud and protecting trade secrets. Particular attention is paid to a risk-based approach, business process analysis and development of recommendations for improving security.

Keywords: Security audit, security threats, risks, information protection, risk-based approach, business processes, recommendations, fraud, trade secrets, organization sustainability.

Сегодня многие компании широко применяют риск-ориентированный подход, который основывается на оценке рисков согласно принятой в индустрии методологии и передовым практикам. Этот подход позволяет принимать решения о реализации мер по улучшению системы информационной безопасности и защите на основе выявленных рисков. Эффективно построенный процесс риск-менеджмента дает руководителям информационной безопасности возможность самостоятельно определить необходимые меры для снижения неприемлемых рисков. Он также помогает сэкономить бюджет, избегая нецелесообразных затрат на защиту неподходящих систем, процессов или направлений бизнеса, и обосновать выделение дополнительных ресурсов на защиту новых областей деятельности компании, с учетом требований compliance.

На сегодняшний день у многих иностранных компаний, специализирующихся в области решения комплексных проблем информационной безопасности (ИБ), существуют собственные методики

управления информационными рисками. Эти методики отличаются по уровню и совершенству используемых математических методов, которые лежат в основе процедур оценки рисков. В зависимости от этого они обладают различными возможностями для адекватного учета реальных факторов, что, в свою очередь, определяет точность и надежность полученных оценок риска.

Важно выбрать подходящий метод и средство анализа рисков информационной безопасности, учитывая особенности организации и ее потребности. В таблице 1 каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки:

Таблица 1. Методология анализа рисков информационной безопасности, их достоинства и недостатки

Методология	Достоинства	Недостатки
Метод CORAS	- Компьютеризированный инструмент для моделирования риска	- Отсутствие периодичности оценки рисков и обновления их величин
	- Возможность документирования и создания отчетов о результатах анализа	- Неоценка эффективности инвестиций в безопасность
		- Невозможность нахождения баланса между мерами по предотвращению, выявлению, исправлению и восстановлению
		- Распространяется бесплатно, но требует значительных ресурсов для установки и применения
Метод OCTAVE	- Уделяет особое внимание угрозам и уязвимостям информационной безопасности	- Требуется высокой степени экспертизы и опыта в области информационной безопасности

	- Способствует разработке конкретных и применимых мер безопасности	- Может быть сложным для организаций без соответствующей подготовки и опыта
		- Требуется существенного времени и усилий для проведения анализа и разработки мер безопасности
Метод OWASP Risk Rating Method	- Специализированный метод для оценки рисков информационной безопасности веб-приложений	- Ограничен применением только в контексте веб-приложений
	- Имеет конкретные критерии и метрики для оценки рисков	- Ограничен применением только в определенной сфере (веб-приложения)
	- Разработан Open Web Application Security Project (OWASP)	- Не учитывает широкий спектр угроз и уязвимостей вне контекста веб-приложений

Каждый метод и средство анализа рисков информационной безопасности свои особенности и подходы. При выборе конкретного метода необходимо учитывать цели организации, доступные ресурсы, уровень экспертизы и предпочтения.

Важно отметить, что ни один метод не является универсальным и идеальным для всех ситуаций. Каждый метод имеет свои преимущества и ограничения, и их выбор зависит от специфики организации и требований к анализу рисков информационной безопасности.

При использовании любого метода анализа рисков информационной безопасности важно учитывать контекст организации, ее уязвимости, ценности и уровень риска, а также принимать во внимание регуляторные и законодательные требования.

В конечном итоге, правильный выбор метода и средств анализа рисков информационной безопасности позволит организации более

точно оценить угрозы, принять обоснованные решения и разработать эффективные меры для обеспечения безопасности информации.

Анализ уязвимостей веб-приложений с использованием метода OWASP

Метод OWASP Risk Rating Method (метод оценки риска OWASP) является одним из подходов для оценки уязвимостей веб-приложений, разработанным OWASP (Open Web Application Security Project) - сообществом экспертов по информационной безопасности. Данный метод основан на систематическом анализе и оценке различных аспектов уязвимостей, позволяя определить их уровень риска для веб-приложений.

Угрозы, связанные с аутентификацией:

- Слабые пароли: пользователи могут выбирать простые пароли или использовать один и тот же пароль для разных сервисов.

Уязвимости веб-приложений:

- Межсайтовый скриптинг (XSS): возможность внедрения вредоносных скриптов в веб-страницы, которые выполняются на стороне клиента. Пример скрипта на JavaScript, который может помочь защитить от межсайтового скриптинга (XSS):

```
function sanitizeInput(input) {
  // Удаляем все символы, которые могут быть использованы для XSS
  const sanitizedInput = input
    .replace(/&/g, '&amp;')
    .replace(/</g, '&lt;')
    .replace(/>/g, '&gt;')
    .replace(/"/g, '&quot;')
    .replace(/'/g, '&apos;')
    .replace(/%00/g, '')
    .replace(/%0D/g, '')
    .replace(/%0A/g, '');

  return sanitizedInput;
}

// Пример использования
const userInput = "<script>alert('XSS');</script>";
const sanitizedUserInput = sanitizeInput(userInput);
console.log(sanitizedUserInput);
```

Рис. 1. Скрипт представляющий функцию sanitizeInput

Этот скрипт представляет функцию sanitizeInput, которая заменяет опасные символы на соответствующие HTML-сущности. Это позволяет

корректно отобразить пользовательский ввод на веб-странице, не выполняя вредоносные скрипты.

В приведенном примере, если пользователь вводит `<script>alert('XSS!');</script>`, функция `sanitizeInput` заменяет символы `<`, `>`, `&`, `"`, `'`, `/` на соответствующие HTML-сущности.

Таким образом, пользовательский ввод будет отображаться как обычный текст на веб-странице, и скрипты не будут выполняться.

Важно отметить, что данная функция только обрабатывает пользовательский ввод для предотвращения XSS-атак. Чтобы обеспечить полную защиту от XSS, рекомендуется также использовать Content Security Policy (CSP), фильтрацию входных данных на сервере и другие соответствующие меры безопасности.

- **Межсайтовая подделка запроса (CSRF):** возможность выполнения нежелательных действий от имени авторизованного пользователя без его согласия. Пример PHP-кода, который поможет защитить от межсайтовой подделки запроса (CSRF):

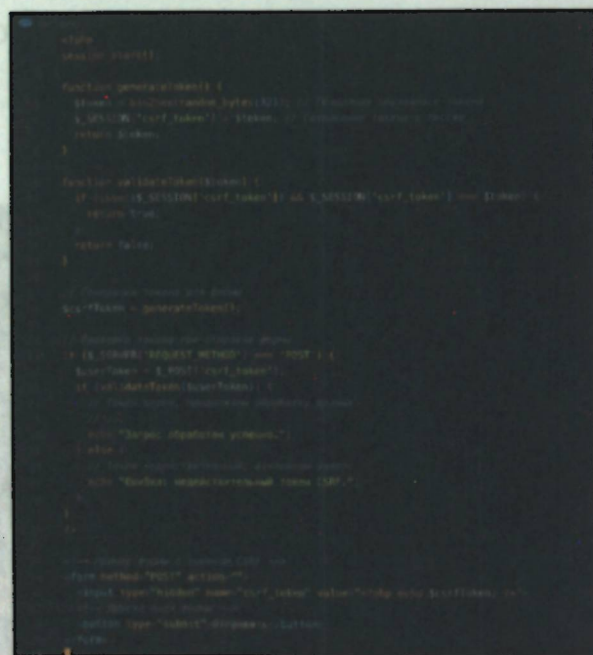


Рис. 2. Использование сессии для хранения токена CSRF.

Функция `generateToken` генерирует случайный токен и сохраняет его в сессии. Функция `validateToken` проверяет, соответствует ли предоставленный пользователем токен сохраненному токenu в сессии.

При генерации формы, скрытое поле `csrf_token` содержит значение токена CSRF, которое передается вместе с остальными данными при отправке формы. При обработке POST-запроса, код проверяет переданный пользователем токен на соответствие сохраненному токenu в сессии. Если токены совпадают, запрос считается действительным и может быть обработан. В противном случае, запрос отклоняется как потенциально поддельный.

Это базовая реализация защиты от CSRF, но для обеспечения более надежной защиты, рекомендуется также использовать дополнительные меры, такие как добавление временного ограничения действия токена, проверка `Referer`-заголовка, использование двухфакторной аутентификации и другие меры безопасности.

Выводы: В заключении, метод OWASP Risk Rating предоставляет ценные инсайты о рисках, связанных с уязвимостями веб-приложений. Его использование помогает выявить приоритетные уязвимости и разработать рекомендации по их устранению. Этот метод является важным инструментом для эффективного управления уязвимостями и обеспечения безопасности веб-приложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Толчинская М.Н. Риск-ориентированный подход в организации службы внутреннего аудита // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 10-3. – С. 640-644;
2. Шаханова М.В. *Современные технологии информационной безопасности: Учебнометодический комплекс*. ДВФУ, 2013. 180 с.

3. Калужин Е.А., Монастырский Д.С. Алгоритм выбора средств информационной безопасности при проектировании системы защиты информации // Modern Sciencs, 2016. № 11. С. 24-27.

4. Bjorn A.G. CORAS, A Platform for Risk Analysis on Security Critical Systems - Modelbased Risk Analysis Targeting Security, 2002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Сыдыкова Алымбубу Субанкуловна, научный сотрудник лаборатории «ГМ» ИГОН НАН КР, baikalbek53@gmail.com;
2. Эмильбеков Байкалбек Эмильбекович, к.ф.-м.н., с.н.с. лаборатории «ГМ» ИГОН НАН КР, baikalbek53@gmail.com;
3. Чечейбаев Аманбек Байышевич, инновационный колледж АУЦА, г. Бишкек, amantay@mail.ru;
4. Байышева Ж.Б. ст. преподаватель КГМА им. И. Ахунбаева, dr.zhyldyz@mail.ru;
5. Курманбек уулу Талант, д.т.н., проректор по учебной работе КГУ им. И.Арабаева, buzira_07@mail.ru;
6. Давлятова Бузира, доцент кафедры «Информационные системы в экономике», КГТУ им. И. Раззакова, buzira_07@mail.ru.
7. Бийбосунов Алмаз Ильясович, доктор физико-математических наук, и.о. профессора кафедры «Прикладная информатика» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: almazbii@mail.ru;
8. Башкова Надежда Александровна, магистрант кафедры «Прикладная информатика» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, miyu_2019@mail.ru;
9. Осмонканов Анарбек Модонович, к.ф.-м.н., доцент, зав. каф «Высшая математика» КГТУ им. И. Раззакова, e-mail: a.osmonkanov@mail.ru
10. Асанкожоева Назира Талантбековна, магистрант каф Прикладная математика и информатика, talantbekova7@gmail.com.

11. Рыспаев Амантур Орозалиевич, к.ф.-м.н., доцент Института фундаментальных наук при КНУ им. Ж.Баласагына, gyspaev.amantur@yandex.ru;
12. Байгазаков Кайрат Алимжанович., магистрант кафедры «Прикладная математика и информатика» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, gyspaev.amantur@yandex.ru;
13. Имангазы уулу Нурлан, магистрант кафедры «Прикладная информатика» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, nurlanimangazyuulu@gmail.com
14. Сабитов Барат Рахманович, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой "Информационные технологии и программирования" Кыргызского национального университета им. Ж.Баласагына, sabitov.baratbek@mail.ru;
15. Анарбек кызы Элизат, магистрант кафедры «Прикладная информатика» КГТУ им.И.Раззакова, anarbekova.elizat@gmail.com
16. Садыкова А.Н., магистрант КГТУ им.И.Раззакова, e-mail: sadykovaakmoor7@gmail.com
17. Абдиева Лилия Кадимовна, ст. препод, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, email: liliaabdieva@mail.ru;
18. Алишеров Абдулла Алишерович, к.ф.-м.н., доцент КГТУ им.И.Раззакова, email: alisherov@mail.ru
19. Аблабекова Чынара Азисовна - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и информатика» КГТУ им. И. Раззакова, achacha@mail.u
20. Молдобекова Жанара Молдобековна – преподаватель кафедры «Высшая Математика». КГТУ им. И. Раззакова, janar-moldobekova@mail.ru

21. Иманалиев Алмазбек Дуйшокулович – магистрант направления «Прикладная математика и информатика» КГТУ им. И. Раззакова, a.d.imanalieff@gmail.com;
22. Аскарова Мырзайым Мелисовна, магистрант КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызская Республика, email: myrzaiym.askarova.kk@gmail.com;
23. Эркинбаев Тургунбек Дилдегазиевич, ст. препод, КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызская Республика, email: turgumbek1987@gmail.ru.

**Требования по оформлению статей
для публикации в журнале «Современные проблемы механики»**

1. Статья представляется на бумажном носителе и в электронном виде. Название файла должно соответствовать фамилии первого автора. Бумажная копия должна быть подписана всеми авторами.
2. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word 2003, 2007, 2010. Формат А4 (книжный). Поля: все по 20мм. Межстрочный интервал – одинарный. Шрифт Arial. Размер кегля (символов) – 14 пт. Рекомендуемый объем статьи 4-10 страниц.
3. Публикуемая в журнале статья должна состоять из следующих последовательно расположенных элементов:
 - шифр УДК – слева, обычный шрифт;
 - заголовок (название) статьи – по центру, шрифт полужирный, буквы – прописные (на русском, кыргызском и английском языках);
 - инициалы автора(ов) и фамилия(и) – по центру, полужирный шрифт (на русском, кыргызском и английском языках);
 - место работы – по центру, обычный шрифт (на русском, на кыргызском и на англ яз);
 - аннотация (на кыргызском, русском и английском языках) до 6 строк и ключевые слова (5-10 слов);
 - текст статьи. Рисунки (графики) и таблицы должны располагаться по тексту после ссылки на него. Сокращения и условные обозначения допускаются только принятые в международной системе единиц сокращения мер, физических, химических и математических величин, терминов и т.п. Набор формул осуществляется в тексте только в

редакторе Math.Type.

- список литературы. Список цитируемой литературы приводится в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание.

Общие требования и правила составления. В списке источники располагаются в порядке их упоминания в статье. Отсылки в тексте статьи заключают в квадратные скобки, например: [5]. Элементы статьи отделяются друг от друга одной пустой строкой.

На отдельной странице предоставляются сведения об авторе (ах), которые содержат данные:

- фамилия, имя, отчество полностью;
- ученая степень, ученое звание;
- место адрес работы, занимаемая должность;
- контактный телефон (рабочий, домашний, сотовый), e-mail.

4. Статья должна иметь четкие структурные части: введение (вводная часть, постановка проблемы), методика решения (исследования) проблемы, результаты исследований, выводы (заключительная часть) и список литературы.
5. Рекомендуется дать ссылки в разделе «Литература» на статьи, выпущенные в предыдущих номерах «Журнала «Современные проблемы механики сплошных сред»;
6. Не рекомендуется в одной статье дать подстраничную ссылку и общую послетекстовую ссылку, оптимально последнее.
7. Не рекомендуется в одной статье большое количество авторов (5-7 и более). Оптимально один автор или 3 автора в одной статье.
8. Не рекомендуется текст статьи с объемом менее 5 стр., такие статьи не будут считаться статьями и при размещении на сайт НЭБ будут относиться к сообщениям.
9. Проверить статью на антиплагиат. <https://text.ru/antiplagiat>.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
1. Сыдыкова А.С., Эмильбеков Б.Э. СУТОЧНЫЕ ТЕРМОДЕФОРМАЦИИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО СКЛОНА ТОКТОГУЛЬСКОЙ ГЭС.....	3
2. Чечейбаев А.Б., Байышева Ж.Б. АЛГОРИТМ МЕТОДА КРУПНЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ РАСЧЕТА ГЕМОДИНАМИКИ В ОДИНОЧНОМ СОСУДЕ.....	12
3. Курманбек у.Т., Давлятова Б. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВВП КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С ПОМОЩЬЮ ВРЕМЕННОГО РЯДА ЗА 2000 – 2020 гг.....	19
4. Бийбосунов А.И., Башкова Н.А. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АНАЛИЗ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА.....	27
5. Рыспаев А.О., Байгазаков К.А., Имангазы уулу Н., Сабитов Б.Р., Анарбек к Э. ПРИМЕНЕНИЕ АЛОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ.....	40
6. Осмонканов А.М., Асанкожоева Н.Т. АНАЛИТИЧЕСКИЙ И ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.....	52
7. Садыкова А.Н., Абдиева Л.К., Алишеров А.А. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА С ПОМОЩЬЮ WEB GL.....	60
8. Иманалиев А. Д., Аблабекова Ч. А., Молдобекова Ж. М. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ БАНКА.....	65
9. Садыкова А.Н., Абдиева Л.К., Алишеров А.А. РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА.....	74
10. Аскаророва М.М., Эркинбаев Т. Д., Абдиева Л.К., Осмонканов А.М. РИСК - ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОВЕДЕНИЮ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	79
11. СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....	87
12. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ	90
13. СОДЕРЖАНИЕ (на русском, кыргызском и английском языках)	92

МАЗМУНУ

	бет
1. Сыдыкова А.С., Эмильбеков Б.Э. ТОКТОГУЛ ГЭСИНИН ТОО КАПТАЛЫНДАГЫ ОН ЖЭЭКТИГИ СУТКАЛЫК ЖУЛУУЛУК ДЕФОРМАЦИЯСЫ.....	3
2. Чечейбаев А.Б., Байышева Ж.Б. ОБОЧОЛОНГОН КАН ТАМЫРДАГЫ ГЕМОДИНАМИКАЛЫК АГЫМДАРДЫ ЭСЕПТӨӨ ҮЧҮН ЧОҢ БӨЛҮКЧӨЛӨР ЫКМАСЫНЫН АЛГОРИТМИ.....	12
3. Курманбек у.Т., Давлятова Б. КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ЯЭВ ИЧКИ ПРОДУКЦИЯСЫН 2000 -2020 ЖЖ. КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН КОЛДОНУУ МЕНЕН МОДЕЛДӨӨ ЖАНА ПРОГНОЗДОО.....	19
4. Бийбосунов А.И., Башкова Н.А. МААЛЫМАТТЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ИШТЕП ЧЫГУУ ЖАНА РЕГИОНДУК ДҮҢ ПРОДУКТУНУН АНАЛИЗИ.....	27
5. Рыспаев А.О., Байгазаков К.А., Имангазы уулу Н., Сабитов Б.Р., Анарбек К. КОЛДОНУЛГАН МАСЕЛЕЛЕРДИ БОЛЖОО ҮЧҮН МАШИНА ҮЙРӨНҮУ АЛГОРИТМДЕРИН КОЛДОНУУ.....	40
6. Осмонканов А. М., Асанкожоева Н.Т. ЖЫЛУУЛУК ӨТКӨРҮМДҮҮЛҮК ТЕНДЕМЕСИН ЧЕЧҮҮНҮН АНАЛИТИКАЛЫК ЖАНА САНДЫК ЫКМАЛАРЫ.....	52
7. Садыкова А.Н., Абдиева Л.К., Алишеров А.А. WEBGLДИ КОЛДОНУУ АРКЫЛУУ ОПТИМАЛДЫК МАРШРУТТУ ИЗДӨӨ.....	60
8. Иманалиев А.Д., Алабекова Ч.А., Молдобекова Ж.М. БАНКТЫН КАРДАРЛАРЫ ҮЧҮН КЫЗМАТ КӨРСӨТҮҮ СИСТЕМАСЫН БАШКАРУУНУ ОПТИМАЛАШТЫРУУ.....	65
9. Садыкова А.Н., Абдиева Л.К., Алишеров А.А. ОПТИМАЛДЫК МАРШРУТ КУРУУ ҮЧҮН ВЕБ-ТИРКЕМЕСИН ИШТЕП ЧЫГУУ.....	74
10. Аскаророва М.М., Эркинбаев Т. Д., Абдиева Л.К., Осмонканов А.М. ТОБОКЕЛЧИЛИК- АУДИТТИН МААЛЫМАТТЫК КООПСУЗДУГУН ӨТКӨРҮҮГӨ КАРАТА БАГЫТТАЛГАН МАМИЛЕ.....	79
11. АВТОРЛОР ТУУРАЛУУ МААЛЫМАТ.....	87
12. ЖУРНАЛГА ЖАРЫЯЛОО ҮЧҮН ДОКУМЕНТТЕРГЕ ТАЛАПТАР...	90
13. МАЗМУНУ (кыргыз, орус жана англис тилдеринде).....	93

CONTENTS

1.	Sydykova A.S., Emilbekov B.E. DAY TERMOELASTIC DEFORMATIONS OF TOKTOGUL HES RIGHT SLOPE.....	3
2.	Checheibaev A., Baiysheva Zh. ALGORITHM OF THE LARGE-PARTICLE METHOD TO DESCRIBE HEMODYNAMICS IN A SINGLE VESSEL.....	12
3.	Kurmanbek T., Davlyatova B. THE STUDY OF THE GDP OF THE KYRGYZ REPUBLIC USING A TIME SERIES FOR 2000-2020.....	19
4.	Biybosunov A.I., Bashkova N. DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND ANALYSIS OF THE GROSS REGIONAL PRODUCT.....	27
5.	Ryspaev A.O., Baigazakov K.A., Imangazy uulu N., Sabitov B.R., Anarbek to E. APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALORHYTHMS FOR PREDICTION OF APPLIED PROBLEMS.....	40
6.	Osmonkanov A.M., Asankozhoeva N.T. ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS FOR SOLVING THE HEAT EQUATION.....	52
7.	Sadykova A.A., Abdieva L. K., Alisherov A.A. VISUALIZATION FINDING THE OPTIMAL ROUTE USING WEB GL.....	60
8.	Imanaliev A. D., Alabekova Ch. A., Moldobekova Zh. M. OPTIMIZATION OF SERVICE SYSTEM MANAGEMENT BANK CUSTOMERS.....	65
9.	Sadykova A.A., Abdieva L. K., Alisherov A.A. DEVELOPING A WEB APP FOR CONSTRUCTION OF THE OPTIMAL ROUTE.....	74
10.	Askarova M.M., Erkinbaev T. D., Abdieva L. K., Osmonkanov A.M. RISK - A RISK-ORIENTED APPROACH TO INFORMATION SECURITY AUDIT.....	79
11.	INFORMATION ABOUT AUTHORS.....	87
12.	REQUIREMENTS FOR PAPERS FOR PUBLICATION.....	90
13.	CONTENTS (in russian, kyrgyz and english languages).....	94

Подписано к печати 20.12.2022 г.
Формат 60x84 1/8. Объем 12,0 п.л.
Бумага офсетная. Тираж 200 экз

Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

Учебно-издательский центр «Авангард»
720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34 б

ISSN 1694-6065



9 771694 606007