

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



4
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГКМ” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро ДТУ ёшлар масалалари ва маънавий- маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.д (PhD)

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳиҳ:

АРТИКОВА М.М.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И

ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<https://journal.bmti.uz/>

сайти орқали танишиши мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Беккулов Ж.Ш., Тураев О.А. Математическое и имитационное моделирование усовершенствованной системы виртуального анализа и контроля качества готовой продукции в технологическом процессе сушки хлорида калия.....	4
Imomov Sh.J., Komilov O.S., Shodiyev E.B., Majitov J.A., Ziyoyev D.A. Biogaz qurilmasining issiqlik-texnik va geometrik parametrlarini asoslash.....	10
Ахмедов Ю., Мурадов Ш.М., Хабибов Ф.Ю. Основные свойства функции текучести оболочек предельного равновесия.....	16
Bafoyev D.X. Yeyilishga chidamli qattiq qoplamalarni qo'llash asosida sirpanishdagi ishqalanish sirtlarini ishlov berish texnologiyasi.....	22
Бердиев Д.М., Константинов В.М., Юсупов А.А., Сайдумаров Б.М. Влияние структуры доэвтектидных конструкционных сталей при различных режимах термоциклической обработки.....	30
Уринов Ж.Р., Абдуллаев Р.С. Динамическая прочность неавтоклавногo газозолобетона.....	35
Худойбердиев А. Биогаз қурилмаси параметрларини оптималлаштиришда асосий кўрсаткичлар тахлили.....	39
Ахмедов Ю., Мурадов Ш. Конструктивные особенности плит перекрытий в зданиях, возводимых методам подъёма.....	47
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Baxshilloev N.K., Umirov F.E., Maxmudov R.A. Natriy xlorid, kaliy xlorid, magniy sulfatlarga boy bo'lgan tuzlar tarkibini tadqiq qilish.....	52
Bokiyeva Sh.K. O'simlik chiqindilari asosida olingan uglerodli adsorbentlar.....	56
Maxmudov M.J., Svaykosov S.O., Saloydinov A.A. Benzol saqlagan benzin fraksiyalarini gidroizomerizatsiyalash jarayonlari texnologiyalari va ularda qo'llaniluvchi katalizatorlarni tadqiq qilish.....	60
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Sanoatda tabiiy gazni qazib olish va uni qayta ishlashda energiya samaradorlikni oshirishning imkoniyatlari.....	67
Ziyadullayev O.E., Saliyeva M.K. SnCl ₂ ·2H ₂ O/Et ₃ N/Et ₂ O katalitik sistemasi ishtirokida atsetilen spirtlari sintezi.....	70
Umarov A.A., Ochilov A.A. Gazlarni haydovchi kompressor agregatlaridan foydalanishning tahliliy tamoyillari.....	79
Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O. Burg'ilash eritmalari uchun mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqiladigan kimyoviy reagentlarning fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish.....	85
Nuriddinova G.A., Niyazov L.N. Anilin va gidrooksibenzoy kislotalar asosida birikmalar sintezi istiqbollari.....	90
Usmanova M.M. Noorganik matritsalar asosida ionitlarning olinish usullari va ularning xossalari.....	93
Oripov A.A. Silvinit rudasidan kaliy xlorid ishlab chiqarish jarayonida ajralib chiqadigan shlam chiqindisidan foydalanishning ilmiy asoslari.....	98
G'aybullayeva A.F., Mavlonov Sh.B., Mavlonov B.A., Saidov A.A. Rezina asosli elastomerlar bilan modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyalarining fizik-mexanik xossalari va morfologik tahlili.....	102
Хакимов К.Ж., Ражабов Ш.Х. Сырья характеристика и основных технологических материалов хандизинского месторождения.....	110
Мухсинов С.С., Тожиев О.О., Зоирова А.И. Влияние выбора гидродинамической модели на прогноз добычи из трещиновато-порowych пластов.....	120

Ibragimov Sh.R., Sharipov N.Z. Suyuq shishadan natriy silikat pentagidrat ishlab chiqarish qurilmasini muhandislik hisobi	125
Мухсинов С.С. Применение искусственного интеллекта в прогнозировании показателей разработки газового месторождения.....	130
МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Maxmudov M. I., Timirov X.N. Kompressor stansiyalarini turli xil zamonaviy boshqarish usuli orqali energiya samaradorligini baholash.....	137
Xamroyev X.X., Isamov P.N., Savriyev Y.S. Metall keshish dastgohlarini oʻrnatish bilan bogʻliq yuzaga keladigan deformatsiyalar va ularni bartaraf etish usullari.....	142
Хошимов Ф.А., Кадиров К.Ш., Қарақулов Ш.Ю., Юсупалиева Х.У. Энергия самарадорлигини оширишда технологик жиҳозлар иш режимларининг ўрни.....	146
Садуллаев Н.Н., Нематов Ш.Н. Ўзбекистонда “яшил” энергиядан фойдаланиш самарадорлигини аниқлашдаги муаммолар ва унинг ечимлари.....	153
Tovboyev A.N., Togʻayev I.B. Konveyer tizimlarida elektr energiyasi samaradorligini oshirishning kompleks yondashuvlarini tahlil qilish.....	158
Usmonov Sh.Y., Sobirov M.N. Energiya samaradorligini oshirish maqsadida texnologik parametrlarni optimallashtirish: yogʻ-moy ishlab chiqarishda tizimli yondashuv.....	163
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Savriyev Y.S., Azizov B.A., Xamroyev X.X. Improvement and mathematical modeling of the pressing process of oilseed fuza of cotton black oil.....	172
Hasanova D.B. Sogʻliqni saqlash sohasini raqamlashtirish istiqbollari.....	181
Murodova M.H. Muhandislik va kompyuter grafikasini oʻqitish xususiyatlari.....	186
Хабибов. Ф.Ю, Ахмедов Ю, Рамазонов А.Ч, Юсупов Ф.Ф. Автоматическая аппроксимация модели поверхности окончательной дистиллизации мисцелы растительного масла.....	189
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Ganiyeva M.Oʻ., Djurayeva N.R. Amarant donining ozuqaviy va terapevtik potentsiali.....	193
Xaydarov Sh.X., Tairov B.B. “Oʻynoqi muskat” shampun vinosining yarim tayyor mahsulotini tayyorlash	133
Barakayev N.R., Kamolova M.X. Mahalliy oʻsimliklar tarkibidagi uglevodlarni innovatsion usullar bilan ajratish laboratoriya qurilmasi.....	203
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Oʻsimlik moylarini ishqoriy rafinatsiyalashda elektromagnit faollashtirish taʼsirining xususiyatlarini oʻrganish.....	206
Рахмонов К.С. Применение пряно-ароматического сырья для повышения потребительской ценности ржаных сортов хлеба.....	209
Олтиев А.Т., Бозорова Д.Н. Совершенствование технологии переэтерификации жиров с использованием биокатализаторов нового поколения.....	216
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Vafayeva Z.S., Bozorova F.M. Tikuv mashinasiga tavsiya etilgan tarkibli moki gʻaltagida ip oʻramlar sonini uning burchak tezligiga taʼsirini tadqiq qilish.....	219
Хужаева М.Э., Гафурова Н.Т., Выбор и обоснование ткани для создания комплекта специальной одежды для прядильщиков.....	222
Rajabov A.I., Nodirova M.N. Yarim dagʻal qoʻy jun tolasini maxsus qurulma asosida shatish usullari.....	227

Пардаев Б.Ч., Абидова А.Р., Росулов Р.Х., Каримова Г.Т. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда такомиллаштирилган козиқли барабанларда пахта массасининг оқимини назарий тахлили.....	234
Қўшимов А.А., Муродов Р.М., Шодмонкулов А.М., Сайиткулов С.О., Салимов Ш.Х. Пневмотранспортлар ва уларда пахтани стационар узатиш конструкциясини тахлили.....	239
Ражабов А.И., Нодирова М.Н. Махаллий жун толасидан ишлаб чиқариладиган ип ҳажмини кўпайтириш ва сифатини ошириш.....	244
Хамроева М.Ф., Muxamedjanova S.F., Tuychiyev T.O., Xudayarova F.O. Turli kombinatsiyada joylashgan takomillashtirilgan qoziqchali plankali barabanlarning tahlili	247
Bozorova F.M., Vafoyeva Z.S. Tavsiya etilgan tepki uzelineing to'liq faktorli rejalash usuli bo'yicha rezina amortizatorli tishli reyka-tepki tizimini o'rganish.....	253
Мухамеджанова С.Ф., Хамроева М.Ф., Туйчиев Т.О., Худаярова Ф.О. Колосникли панжара ва аррачали барабан оралиқ масофасининг тозалаш жараёнига таъсири.....	258
Saparov M.K., Ro'zmetov R.I., Tuychiyev T.O., Axmedov M.X. Kolosnik qirrasini bilan baraban arra tishlari uchlari orasidagi masofani tozalash jarayoniga ta'siri.....	263
Hamroyeva M.F, Muxamedjanova S.F, Tuychiev T.O., Sayfullayev S.S., Xudayarova F.O. Turli kombinatsiyada joylashgan takomillashtirilgan qoziqchali plankali barabanlarning tahlili.	268
Ortiqova K.I., Umarov A.A. xorijiy va mahalliy linter mashinalarining taqqosiy tahlili.....	275
Мусаев С.С., Аслонов А.М. Исследование устойчивости полимерных подошв специальной обуви для работников агропромышленных кластеров к воздействию масел, различных растворителей и старению.....	278
Saparov M.K., Ro'zmetov R.I., Tuychiyev T.O. Kolosnikli panjara o'lchamlarining tozalash jarayoniga ta'siri.....	286
Sayidova M.H. Quyosh batareyalarini maxsus kiyimda qo'llashning nazariy asoslari.....	291
Barakayeva D.F., Gafurova N.T. Energetiklar uchun maxsus ish kiyim yaratishda zamonaviy estetik va xavfsizlik talablarni shakllantirish	295
Худайбердиев М.Р., Очилов Т.А., Хамроева С.А., Нурбоев Р.Х. Тола таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг механик хоссаларини тадқиқоти ва тахлили.....	300
АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Казакова Д.Г. Проблемы перевода терминов и их решения	305
Авлякулова Ш.Б. Аппроксимация орнаментов резьбы по дереву кубическими сплайнами.....	308
Hikmatov N.I. Zamonaviy qurilishda energiya tejankor va samarador texnologiyalardan foydalanish.....	314
Xaitov B.U., Avlyakulova Sh.B. CAM tizimlarida geometrik modelashtirish asoslari.....	318
Рабиев Ғ.Б. Юртимизнинг шаҳар-қишлоқларида автотурапаргоҳлар ташкил этишнинг долзарб масалалари.....	323
Sadirov S.S. Buxoro viloyatida investitsiyaviy muhitni tahlil qilish: mavjud holat va istiqbollar..	326
Sharipov A.A. Kasbiy ta'lim tashkilotlarida o'quvchilarni amaliyotga yo'naltirishning pedagogik shart-sharoitlari.....	330

возрастает пропорционально степени его сосредоточенности на терминологических аспектах обработки переводческого текста.

Список использованной литературы:

1. Arntz, R./Picht, H. (1982), Einführung in die übersetzungsbezogene Terminologearbeit, Hildesheim
2. Chambers (1988), Science and Technology Dictionary, Edinburgh/Cambridge Jackendoff, R. (1983), Semantics and Cognition, Cambridge.
3. Cabré, M. T. 2000. La enseñanza de la Terminología en España: Problemas y propuestas. Hermeneus 2, 41-94
4. Faber, P. 2004. Terminological competence and enhanced knowledge acquisition In Fleischmann, P.A., J. Schmitt and G. Wotjak (eds) Translationskompetenz. 479. Tübingen: Staufenburg.
5. Sager, J. (2000). Terminology, applications. In M. Baker (Ed.), Routledge Encyclopedia of Translation Studies. London and New York: Routledge.
6. Schmitt, P. A. (1986a), Dictionary of Automotive Emission Control. English-German/German-English, Wiesbaden
7. Гринев С. В. Основы лексикографического описания терминотерминов: дис. ... д-ра филол. наук. М., 1990. 309 с.
8. Мельников Г. П. Основы терминоведения. М.: Изд-во РУДН, 1991. 116 с.
9. Панасенко Н. И. Когнитивно-ономасиологическое исследование лексики: дис. ... д-ра. филол. наук. М., 2000. 397 с.

Казакова Дилора Гаффаровна - старший преподаватель кафедры узбекского и иностранных языков Бухарского государственного технического университета.

УДК 711.116

**АППРОКСИМАЦИЯ ОРНАМЕНТОВ РЕЗЬБЫ ПО ДЕРЕВУ
КУБИЧЕСКИМИ СПЛАЙНАМИ**

Авлякулова Ш.Б.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. Исходя из этого в настоящей статье рассмотрена интерполяция сложных кривых поверхности резьбы по дереву полиномиальными функциями. Автоматизированное проектирование орнаментов резьбы по дереву в положительных отрицательных, нулевой гауссовой кривизны рельеф, барельеф и плоскостной модели требует высокой категории сложности аппроксимации их элементов дугами кривых второго порядка, который приводит к большому числу исходных параметров.

Ключевые слова: резьбы по дереву, интерполяция, функция, орнамент, сплайн, кривых поверхность, полинома, формулировать, коэффициент, параметр, элемент, автоматизировать.

APPROXIMATION OF WOOD CARVING PATTERNS USING CUBIC SPLINES

Avlyakulova Sh.B.

Bukhara state technical university.

Abstract. Automated design of wood carving ornaments in positive negative, zero Gaussian curvature relief, bas-relief and planar models requires a high level of complexity in approximating their elements by arcs of second-order curves, which leads to a large number of initial parameters. Based on this, this article examines the interpolation of complex curves on the surface of wood carvings using polynomial functions.

Key words: wood carving, interpolation, function, ornament, spline, curved surface, polynomial, formulate, coefficient, parameter, element, automate.

ЁҶОЧ ЎЙМАКОРЛИГИДА НАҚШЛАРНИ КУБИК СПЛАЙНЛАР ЁРДАМИДА АППРОКСИМАЦИЯЛАШ

Авлякулова Ш.Б.

Бухоро давлат техника университети.

Аннотация. Мақолада мураккаб эгриликларга эга бўлган ёғоч ўймакорлигидаги сиртларни полинома сплайн функциялар орқали ифодалаш ёритилган. Ёғоч ўймакорлигини автоматик тарзда лойиҳада қўлланиладиган барельеф, горельеф ва текисликда амалга ошириш учун мусбат, манфий, Гаус эгриликларини ҳисоблаш учун юқори даражадаги мураккаб элементларга эга бўлган қўп сонли параметрлардан фойдаланишга тўғри келади.

Калит сўзлар: ёғоч ўймакорлиги, интерполяция, функция, орнамент, сплайн, эгри сиртлар, полинома, шакллантириш, коэффициент, параметр, элемент, автоматлаштириш.

При автоматизированном проектирование орнаментов резьбы по дереву высокой категории сложности аппроксимация их элементов дугами кривы второго порядка приводит к большому количеству исходных параметров. Поэтому для интерполирования участков сложных кривых, на поверхности резьбы по дереву целесообразно применять полиномиальные функции. [1]

Рассмотрим одномерные кубические сплайн применяемые для интерполяции функции $y = f(x)$ и обладающие непрерывными производными до второго порядка.

Задачу интерполирования кривых кубическими сплайнами можно формулировать следующим образом. [2] На каждом из отрезков $[x_i, x_{i+1}]$ функция $f(x)$ аппроксимируется по мономам вида:

$$\begin{aligned} P_0(x) &= \sum_{\alpha=1}^3 A_{\alpha}(x-x_1)^{\alpha-1}, \quad \alpha \in [x_0; x_1] \\ P_i(x) &= \sum_{\alpha=1}^3 A_{\alpha}(x-x_i)^{\alpha-1}; \quad \alpha \in [x_i; x_{i+1}] \\ P_{n-1}(x) &= \sum_{\alpha=1}^3 A_{\alpha}(x-x_{n-1})^{\alpha-1}; \quad \alpha \in [x_n; x_{n+1}] \end{aligned} \quad (1)$$

где $i = \overline{1, 2, \dots, n-2}$

Коэффициенты A_{α} определяются с помощью специальных граничных условий:

$$\begin{aligned} P_0(x) &= y_0; \quad \frac{\partial^k P_0(x_1)}{\partial x^k} = y_1^k; \quad \frac{\partial^{n_i}(x_{i+s})}{\partial x^k} = y_{i+s}^k. \\ \frac{\partial^k P_{n-1}(x_{n-1})}{\partial x^k} &= y_{n-1}^k; \quad P_{n-1}(x_n) = y_n \quad [s, k = \overline{0, 1}] \end{aligned} \quad (2)$$

В развернутом виде уравнение (2) записывается:

$$\begin{aligned} P_0(x) &= A_1 + A_2(x-x_1) + A_3(x-x_1)^2; \\ P_i(x) &= A_1 + A_2(x-x_i) + A_3(x-x_i)^2 + A_4(x-x_i)^3; \\ P_{n-1}(x) &= A_1 + A_2(x-x_i) + A_3(x-x_{n-1})^2; \end{aligned} \quad (3)$$

Коэффициенты, определенные с помощью условий (2) будут равны:

$$\begin{aligned} x \in [x_0; x_1], \quad A_1 &= y_1; \quad A_2 = y_1^1; \\ A_3 &= h_0^{-2}(y_1^2 h_0 - y_1 + y_0) h_0(x-x_0) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{при } x \in [x_i; x_{i+1}]; \quad A_1 &= y_i; \quad A_2 = y_i^2; \\ A_3 &= -h_i^{-2}(h_i(2y_i^2 + y_{i+1}^2)^{-3}(y_{i+1} - y_i)); \quad h_i = x_{i+1} - x_i \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{при } x \in [x_n; x_{n-1}], \quad A_1 &= y_{n-1}; \quad A_2 = y_{n-2}; \\ A_3 &= -h_{n-1}^{-2}(y_n - y_{n-1}^2 h_{n-1} - y); \quad h_{n-1} = x_n - x_{n-1} \end{aligned} \quad (6)$$

Подстановка соотношений (4), (5) и (6) в формулу (3) даст уравнение для кубического сплайна

$$P_0(x) = h_0^{-2}(y_1^2 h_0 - y_1 + y_0)(x-x_1)^2 + y_1^2(x-x_1) + y_1;$$

$$P_i(x) = -h_i^{-3}(2(y_{i+1} - y_1) - h_i(y_i^{\mathfrak{z}} + y_{i+1})) \cdot (x - x)^3 - h_i^{-2}(h_i(2y_i^{\mathfrak{z}} + y_{i+1}^{\mathfrak{z}}) - 3(y_{i+1} - y_i))(x - x_i)^2 + y_i^{\mathfrak{z}}(x - x_i) + y_i;$$

$$P_{n-1}(x) = h_{n-1}^{-2}(y_n - y_{n-1}^{\mathfrak{z}}y_{n-1})(x - x_{n-1})^2 + y_{n-1}^{\mathfrak{z}}(x - x_{n-1}) + y_{n-1}. \quad (7)$$

Неизвестные $y_i^{\mathfrak{z}} (i = 0; 1; \dots, n-2)$ определяются из условий непрерывности вторых производных полинома $P_i(x)$ т.е.

$$\frac{\partial^2 P_i(x_{i+1})}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 P_{i+1}(x_{i+1})}{\partial x^2};$$

Для этого определяются значения вторых производных уравнения (7) и полученные результаты приравняются друг к другу.

$$\frac{\partial^2 P_0(x_1)}{\partial x^2} = 2A_3; \quad \frac{\partial^2 P_1(x_1)}{\partial x^2} = 2A_3; \quad A_3 \equiv A_3 \quad (8)$$

Первая часть равенства (8) является коэффициентом квадратичной параболы, а вторая (правая) кубической

$$\frac{\partial^2 P_i(x_{i+1})}{\partial x^2} = 6A_4h_i + 2A_3;$$

$$\frac{\partial^2 P_{i+1}(x_{i+1})}{\partial x^2} = 2A_3;$$

отсюда $3A_4h_i + A_3 = A_3$

Обе части равенства (9) являются коэффициентами кубической параболы

$$\frac{\partial^2 P_{n-2}(x_{n-2})}{\partial x^2} = 6A_4h_{n-2} + 2A_3; \quad \frac{\partial^2 P_{n-1}(x_{n-1})}{\partial x^2} = 2A_3; \quad (10)$$

отсюда $3A_4h_{n-2} + A_3 = A_3$.

Левая часть равенства (10) является коэффициентом кубической параболы, а правая квадратичной.

Далее в равенства (8), (9) и (10) подставляются значения коэффициентов (4), (5) и (6)

$$h_0^{-2}(y_1^{\mathfrak{z}}h_0 - y_1 + y_0) = -h_1^{-2}(h_1(2y_1^{\mathfrak{z}} + y_2^{\mathfrak{z}}) - 3(y_2 - y_1));$$

$$-3h_i^{-3}(2(y_{i+1} - y_i) - h_i(y_i^{\mathfrak{z}} + y_{i+1}^{\mathfrak{z}})h_i - h_i^{-2}(h_i(2y_i^{\mathfrak{z}} + y_{i+1}^{\mathfrak{z}}) - 3(y_{i+1} - y_i)))$$

$$= -h_{i+1}^{-2}(h_{i+1}(2y_{i+1}^{\mathfrak{z}} + 2y_{i+2}^{\mathfrak{z}}) + 3(y_{i+2} - y_{i+1}));$$

$$-3h_{n-2}^{-2}(2(y_{n-1} - y_{n-2}) - h_{n-2}(y_{n-2}^{\mathfrak{z}} + y_{n-1}^{\mathfrak{z}})h_{n-2} - h_{n-2}^{-2}(h_{n-2}(2y_{n-2}^{\mathfrak{z}} + y_{n-1}^{\mathfrak{z}}) - 3(y_{n-1} - y_{n-2}))) = -h_{n-1}^{-2}(y_n - y_{n-1}^{\mathfrak{z}}h_{n-1} - y_{n-1}). \quad (11)$$

После некоторых преобразований (11) принимает вид

$$y_1^{\mathfrak{z}} + \lambda_0 y_2^{\mathfrak{z}} = \mu_0(y_1 - y_0)h_0^{-1} + 3\lambda_0 h_1^{-1}(y_2 - y_1);$$

$$\mu_i y_i^{\mathfrak{z}} + 2y_{i+1}^{\mathfrak{z}} + \lambda_i y_{i+2}^{\mathfrak{z}} = 3\mu_i h_i^{-1}(y_{i+1} - y_i) + 3\lambda_i h_{i+1}^{-1}(y_{i+2} - y_{i+1})$$

$$i = 1, 2, \dots, n-3$$

$$\mu_{n-2} y_{n-2}^{\mathfrak{z}} + 2y_{n-1}^{\mathfrak{z}} = 3\mu_{n-2} h_{n-2}^{-1}(y_{n-1} - y_{n-2}) + \lambda_{n-2} h_{n-1}^{-1}(y_n - y_{n-1})$$

где $\mu_0 = h_1(h_1 + 2h_0)^{-1}$; $\mu_i = h_{i+1}(h_{i+1} + h_i)^{-1}$;

$$\mu_{n-2} = h_{n-1}(h_{n-2} + 2h_{n-1})^{-1}; \quad \lambda_0 = h_0(h_1 + 2h_0)^{-1}; \quad \lambda_1 = h_i(h_{i+1} + h_i)^{-1};$$

$$\lambda_{n-2} = h_{n-1}(h_{n-2} + 2h_{n-1})^{-1}. \quad (12)$$

После определения неизвестных параметров $y_i^{\mathfrak{z}}$ решением системы уравнений (12) устанавливающих непрерывность второй производной в точках соединения двух промежутков, можно получить уравнения сплайна [3]

$$S(x) = \sum_{i=0}^{n-1} P_i(x) \quad (13)$$

При практических вычислениях полиномы $P_i(x)$ можно выразить через базисные полиномы $P_{k,s}(x)$:

$$P_i(x) = \sum_{k,s=0}^1 P_{k,s}(x) y_{i+s}^{(k)} \quad (14)$$

Коэффициенты полинома $P_{k,s}(x)$ определяются из равенства:

$$\frac{\partial^2 P_{k,s}(x_{i+2})}{\partial x^2} = \delta_{k,q} \delta_{s,t} \quad (15)$$

где $k, s, q, t = 0, 1$.

$$\delta_{k,q} = \begin{cases} 1, & \text{если } k = q, \\ 0 & \text{если } k \neq q. \end{cases}$$

Значения краевых условий, определенные с помощью уравнения (15) сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

κ	τ	й	$P_{0,0}(x)$	$P_{0,1}(x)$	$P_{1,0}(x)$	$P_{1,1}(x)$
0	0	y_i	1	0	0	0
0	1	y_{i+1}	0	1	0	0
1	0	y_i^2	0	0	1	0
1	1	y_{i+1}^2	0	0	0	1

Значения краевых условий.

Подстановкой значений $y_i, y_{i+1}, y_i^2, y_{i+1}^2$ (табл.1) на второе уравнение системы (7) определяются значения полиномов $P_{k,s}(x)$:

$$\begin{cases} P_{0,0}(x) = -h_i^{-3}(x - x_{i+1})^2(3x_i - 2x - x_{i+1}) \\ P_{0,1}(x) = h_i^{-3}(x - x_i)(x - x_{i+2})^2(3x_{i+1} - 2x - x_i); \\ P_{1,0}(x) = h_i^{-2}(x - x_i)(x - x_{i+2})^2; \\ P_{1,1}(x) = h_i^{-2}(x - x_i)^2(x - x_{i+1}). \end{cases} \quad (16)$$

После раскрытия уравнение (14) принимает вид:

$$P_i(x) = P_{0,0}(x)y_i + P_{0,1}(x)y_{i+1} + P_{1,0}(x)y_i^2 + P_{1,1}(x)y_{i+1}^2. \quad (17)$$

С помощью уравнения (17) определяется значение полинома для любого узла x_i отрезка $[a, b]$.

В обобщенном виде вычисление значения полинома в точке $x=2$, обычно заданной функции (табл.2) можно произвести следующим образом. [4] Значения y и x подставляются в уравнение (12)

$$y_1^2 + y_2^2(2 + 2 \cdot 1)^{-1} = 2(2 + 2 \cdot 1)^{-1}(4,9 - 5) \cdot 1^{-1} + 3 \cdot (2 + 2 \cdot 1)^{-1} \cdot 2^{-1}(4 - 4,9) \quad (18)$$

$$\mu_1 y^2 + 2y_2^2 + \lambda y_3^2 = 3\mu_1 h_1^{-1}(y_2 - y_1) + 3\lambda_1 h_2^{-1}(y_3 - y_2)$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{1+2} \cdot y_1^2 + 2y_2^2 + 2(1+2)^{-1}y_3^2 = \\ = 3 \cdot (1+2)^{-1} \cdot 2^{-1}(4 - 4,9) + 3 \cdot (1+2)^{-1} \cdot 1^{-1}(3 - 4) \end{aligned} \quad (19)$$

Таблица 2.

Порядок определения значений полинома для любого узла

х	х	й
$h_0 = 1.0$	$x_0 = 0.0$	$y_0 = 5,0$
$h_1 = 2.0$	$x_1 = 1.0$	$y_1 = 5,9$
$h_2 = 1.0$	$x_2 = 3.0$	$y_2 = 4.0$
$h_3 = 0,5$	$x_3 = 4.0$	$y_3 = 3.0$
	$x_4 = 4,5$	$y_4 = 2,18$

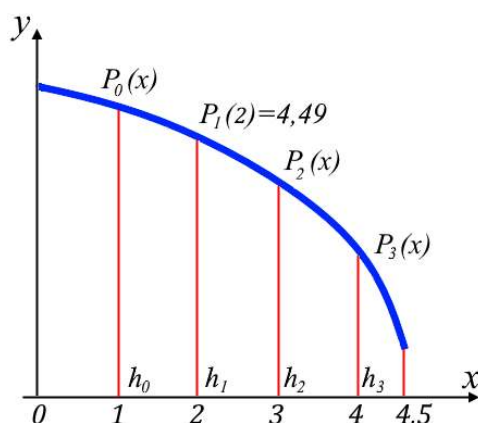


Рис. 1. Значение полиномов в произвольной точке заданного отрезка

Вычисление значения полинома $P_1(x)$ в отрезке $[0; 4,5]$.

$$\begin{aligned} \mu_2 y_2^3 + y_3^3 &= 3\mu_2 h_2^{-1}(y_3 - y_2) + \lambda_2 h_3^{-1}(y_4 - y_3) \\ 0,5 \cdot (1 + 2 \cdot 0,5)^{-1} y_2^3 + y_3^3 &= \\ &= + \cdot 0,5 \cdot (1 + 2 \cdot 0,5)^{-1} 1^{-1}(3 - 4) + (1 + 2 \cdot 0,5)^{-1} \cdot 0,5^{-1}(2,18 - 3). \end{aligned}$$

(20)

Совместным решением уравнений (18), (19) и (20) определяются:

$$y_1^3 = -0,57; y_2^3 = -0,73; y_3^1 = -1,39$$

(21)

Значения производных (21) подставляются в уравнение (7)

$$\begin{aligned} P_0(x) &= 1 \cdot 1^{-2} \cdot (-0,57 \cdot 1 - 4,9 + 5)(x - x_1)^2 - 0,57 \cdot (x - x_1) + \\ &\quad + 4,9 = 0,47(x - x_1)^2 - 0,57(x - x_1) + 4,9 \\ P_1(x) &= -2^{-3} \cdot (2(4 - 4,9) - 2 \cdot (-0,57 - 0,73))(x - x_1^3) - 2^{-2} \cdot \\ &\quad \cdot (2 \cdot (2 \cdot (-0,57) - 0,73) - 3 \cdot (4 - 4,9))(x - x_1^2) - 0,57 \cdot (x - x_1) + 4,9 = \\ &\quad = 0,1 \cdot (x - x_1)^3 + 0,26 \cdot (x - x_1)^2 - 0,57 \cdot (x - x_1) + 4,9; \\ P_2(x) &= -\frac{1}{1^3} (2(3 - 4) - 1 \cdot (-0,73 - 1,39))(x - x_2)^3 - \frac{1}{1^2} (1 \cdot (2 \cdot (-0,73) - 1,39) - \\ &\quad - 3(3 - 4))(x - x_2)^2 - 0,73(x - x_2) + 4 = -0,1156 \cdot (x - x_2)^3 - 0,158 \cdot (x - x_2)^2 - \\ &\quad - 0,73(x - x_2) + 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_3(x) &= (0,5)^{-2} (2,18 + 1,39 \cdot 0,5 - 3)(x - x_2)^2 - 1,39 \cdot (x - x_3) + 3 = \\ &= -0,504(x - x_3)^2 - 1,39(x - x_3) + 3 \end{aligned}$$

(22)

Выражение (22) позволяет вычислить значение полиномов в любой точке отрезка $[0; 4,5]$. Поскольку искомая точка $x = 2$ находится во втором кубическом сегменте [5] (рис.1) вычисляется значения полинома $P_1(x)$

$$P_1(2) = -0,1 \cdot (2 - 1)^3 + 0,26 \cdot (2 - 1)^2 - 0,57 \cdot (2 - 1) + 4,9 = 4,49.$$

В практике вычисление значений полинома $P_i(x)$ по формуле (14) с помощью компьютера производится нижеследующем порядке. [6] По формуле (16) определяются значения базисных полиномов $P_{k,s}(x)$ при $i = 0,1$

$$P_{0,0}(2) = -h_1^{-3}(x - x_2)^2(3x_1 - 2x - x_2) \Big|_{\substack{x_2=3 \\ h_1=2}}^{x=2} = -2^{-3} \cdot (2 - 3)^2 \cdot (3 \cdot 1 - 2 \cdot 2 - 3) = 0,5;$$

$$P_{0,1}(2) = h_1^{-3}(x - x_1)^2(3x_2 - 2x - x_1) = 2^{-3} \cdot (2 - 1)^2 \cdot (3 \cdot 3 - 2 \cdot 2 - 1) = 2^{-1};$$

$$P_{1,0}(2) = h_1^{-2}(x - x_1)(x - x_2)^2 = 2^{-2} \cdot (2 - 1)(2 - 3)^2 = 4^{-1};$$

$$P_{1,1}(2) = h_1^{-2}(x - x_1)^2(x - x_2) = 2^{-2} \cdot (2 - 1)^2(2 - 3) = -4^{-1}.$$

Далее по уравнению (17) вычисляется значение полинома в заданной точке

$$P_1(2) = P_{0,0}(2)y_1 + P_{0,1}(2)y_2 + P_{1,0}(2) \cdot y_1^2 + P_{1,1}(2)y_2^2 = \\ = \frac{1}{2} \cdot 4,9 + \frac{1}{2} \cdot 4 + \frac{1}{4} \cdot (-0,57) - \frac{1}{4} \cdot (-0,73) = 4,49$$

Выводы.

1. Здесь же формулировании требования к математической модели для задач проектирования растительных орнаментов резьбы по дереву различной категории сложности. На основе этих требований разработана математический модель, величающая в себя различные функции, описываю и аппроксимирующие линии орнаментов резьбы по дереву трех категорий сложности.

2. Предложения математическая модель, преобразующая кривые второго порядка в части замечательных кривых, позволяет конструировать множества фрагментов специальных орнаментов резьба по дереву, из которых формируются разнообразные композиции декоративных узоров растительного происхождения.

3. Созданная математическая модель на базе параболической интерполяции и интерполяционных кубических сплайнов является основой программного обеспечения автоматизированного проектирования растительных орнаментов резьбы по дереву средствами интерактивной компьютерной графики.

Выбрать примера для вычисления

$$y = \frac{e^x + e^{-x}}{2} \quad \text{и} \quad y = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$$

Таким образом, сплайны функции как средство интерполяции сложных кривых применяющиеся к резьбе по дереву. Являются очень оптимальными для проектирования растительных орнаментов резьбы по дереву с помощью компьютерной графики.

Список использованной литературы:

1. Авлякулова Ш.Б. Филлинг тхе орнаментал фиелд оф воодсарвинг басед он сймметрий тйпес ин релатион то сомпутер графхисс // Универсум: течнисал ссиенсес: элестрон. ссиентифис магазине 2022.4(97). URL: [хтtps://7универсум.ком/ру/теч/архиве/итем/13369](https://7универсум.ком/ру/теч/архиве/итем/13369)
2. Авлякулова Ш.Б. Заполнение орнаментального поля резьбы по дереву на основе типов симметрии применительно к компьютерной графике // Универсум: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 4(97). URL: [хтtps://7универсум.ком/ру/теч/архиве/итем/13369](https://7универсум.ком/ру/теч/архиве/итем/13369)
3. Ахмедов Ю.Х., Авлякулова С.Б. Использование цифровых технологий в автоматизированном проектировании поверхностей архитектурно-строительных украшений и технических форм //Журнал инновационного развития в фармацевтико-технической науке (ЖИФТН). – 2021. – Т. 4. – №.3.
4. Бабаджановна А.С. Описание геометрии архитектурно-строительных орнаментов с помощью обобщенных эрмитовых сплайнов на прямоугольной сетке //Азиатский журнал многомерных исследований. – 2021. – Т. 10. – №. 5. – С. 30-36.
5. Акхмедов Ю.Кх., Авлякулова Ш.Б. Тхе усе оф дигитал течнологиес ин сомпутер-аидед десигн оф сурфасес оф архитестурал анд буилдинг десоратионс анд течнисал формс // Жоурнал оф Инновативе Девелопмент ин Пхармасеутисал анд Течнисал Ссиенсе (ЗХИФТН). - 2021. - Вол. 4. - Но. 3.
6. Авлякулова Ш.Б. Дескрипцион оф тхе геометрий оф архитестурал анд буилдинг орнаментс усинг генерализед Хермитиан сплинес он а рестангулар грид // Асиан Жоурнал оф Мултидименсионал Ресearч. - 2021. - Т. 10. - Но. 5. - С. 30-36.
7. Ахмедов Ю.Х., Авлякулова Ш.Б., Ули Й. С. С. Сритерия фор тхе эмоционал персептион оф сурвес ин архитестурал обжестс //э-конференсе глобе. – 2021. – с. 129-134.

Авлякулова Шоҳида Бабаджановна – старший преподаватель кафедры «Начертательной геометрии и инженерной графики» Бухарский государственный технический университет, Тел.: +998919741261, Э-маил: шоҳидаавлякулова82@mail.ru