

**НАУЧНО НАПРАВЛЕНИЕ
„ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ”**

ИНТЕГРАЦИЯ НА ESG И УСТОЙЧИВИ ПРАКТИКИ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИЯ СЕКТОР

Алена Добрева

Нов български университет, Департамент” Телекомуникации”
e-mail: alenadobрева@abv.bg; тел: 0877 542546

Анотация: В условията на нарастващ екологичен натиск и ускорена дигитална трансформация телекомуникационният сектор се превръща в ключов фактор за прехода към устойчива и нисковъглеродна икономика. Настоящият доклад изследва ролята на телекомуникациите като инфраструктура, която не само свързва хора и пазари, но и служи като катализатор за енергийна ефективност, иновации и зелени решения. Анализира се приносът на телекомуникационните оператори към реализирането на Целите за устойчиво развитие на ООН (особено SDG 9 и SDG 13), както и предизвикателствата, свързани с растящата консумация на енергия и генерирането на електронни отпадъци. На основата на актуални доклади на ITU, GSMA и водещи компании се извеждат добри практики и стратегически насоки за интеграция на ESG принципите в сектора. Изследването подчертава необходимостта от балансиран подход между технологичния растеж и екологичната отговорност, както и от координирани политики между държавата, бизнеса и обществото за постигане на „зелена свързаност“.

Ключови думи: телекомуникации, устойчива икономика, ESG, зелена трансформация

INTEGRATING ESG AND SUSTAINABLE PRACTICES IN THE TELECOMMUNICATIONS SECTOR

Alena Dobрева

New Bulgarian University, Telecommunications Department
e-mail: alenadobрева@abv.bg; phone: +359 877 542546

Abstract: *Amid escalating environmental pressures and rapid digital transformation, the telecommunication sector has emerged as a pivotal driver of the transition towards a sustainable, low-carbon economy. This report examines the role of telecommunications not merely as a means of connecting people and markets, but as a catalyst for energy efficiency, technological innovation and environmentally sustainable solutions. The study assesses the contribution of telecom operators to the United Nations Sustainable Development Goals (particularly SDG 9 and SDG 13), while also addressing challenges related to increasing energy consumption and electronic waste generation. Drawing on recent reports from the ITU, GSMA, and leading industry players as Vodafone, Orange and A1, the report identifies best practices and strategic recommendations for the integration of ESG principles within the sector. The findings underscore the necessity of a balanced approach between technological advancement and environmental stewardship, as well as coordinated policies across government, business and society to achieve „green connectivity”.*

Keywords: *telecommunications, sustainable economy, ESG, green transformation*

Въведение

През последното десетилетие телекомуникационният сектор се превърна в един от най-динамично развиващите се отрасли на световната икономика, но същевременно и в значим потребител на енергийни ресурси. С навлизането на 5G мрежите, масовата цифровизация и значителния ръст на данните възниква въпроса доколко това технологично развитие може да бъде съвместено с целите на устойчивото развитие. Устойчивостта вече не се разглежда само като екологичен приоритет, а като интегрален подход, включващ икономически, социални и управленски измерения, обединени в концепцията ESG (Environmental, Social, Governance). Телекомуникациите имат потенциала да намалят въглеродния отпечатък чрез оптимизация на процеси, дистанционна работа и интелигентно управление на ресурси. В същото време обаче инфраструктурата им изисква значително енергийно потребление и генерира голямо количество електронни отпадъци. Това въздействие прави сектора едновременно част от проблема и част от решението. Настоящото изследване има за цел да анализира тези противоречия и да предложи стратегически насоки за интегриране на устойчиви практики в

телекомуникационната индустрия, поставяйки акцент върху иновациите, регулациите и корпоративната отговорност като ключови двигатели на зелената икономика.

Индикатори и политики на ЕС

Европейският зелен пакт, инициативите за цифров и зелен преход и ESG директивите на Европейската комисия задават стратегическите насоки за интегриране на екологични критерии в корпоративното управление. Много оператори вече публикуват годишни ESG отчети, които включват показатели за въглероден интензитет, енергийна ефективност и управление на отпадъците. Примерите на компании като Orange и Telenor показват, че инвестициите в екологични технологии могат да бъдат съчетани с ползи за бизнеса като повишаване на репутацията, достъп до зелено финансиране и оптимизация на оперативните разходи. За България и региона особено актуални са проектите, финансирани по Плана за възстановяване и устойчивост, които подкрепят модернизацията на мрежите с акцент върху устойчивото развитие. Това взаимодействие между политика, пазари и технологии очертава бъдещата посока на телекомуникационния сектор в контекста на зелената икономика.

Европейската комисия подчертава необходимостта от прилагане на индикатори за дигитална и зелена синергия (Digital Green Synergy Indicators). Европейските програми Digital Europe и Green Deal предвиждат до 2030 г. 90 % от домакинствата да бъдат свързани чрез енергийно ефективни мрежи, което е показател за стратегическата връзка между дигиталния и зеления преход и приоритетното финансиране на решения с нисък енергиен отпечатък. Телекомуникационните оператори следва да представят данни по ESG критерии с еднаква методология, като хармонизирането на индикаторите за дигитално и екологично въздействие е предпоставка за прозрачност и ефективни политики в телекомуникационния сектор.

Телекомуникационна инфраструктура и енергийна ефективност

Концепцията за устойчива икономика се основава на идеята за баланс между икономически растеж, социално развитие и опазване на

околната среда. В този контекст телекомуникациите се разглеждат като критична инфраструктура, която може да подпомогне постигането на този баланс чрез насърчаване на ефективността, прозрачността и иновациите. Понятието „зелени телекомуникации“ (green ICT) се свързва с използването на технологии, които минимизират енергийното потребление и въглеродните емисии в целия жизнен цикъл на мрежите и устройствата. Международният съюз по телекомуникации и GSMA разработват стандарти и методологии за оценка на екологичното въздействие на сектора, които включват показатели като въглероден отпечатък, ефективност на мрежите и степен на повторна употреба на оборудване.

Съвременните телекомуникационни мрежи изискват значителни количества енергия, особено с въвеждането на 5G, което води до увеличен брой базови станции и по-висока плътност на сигналите. В отговор операторите инвестират в технологии за енергийна оптимизация като виртуализация на мрежови функции (NFV), внедряване на облачни услуги и използване на алгоритми за интелигентно управление на натоварването. Пример за ефективна практика е преходът на компаниите Vodafone и A1 към използване на 100 % възобновяема енергия в техните центрове за данни, както и прилагането на системи за пасивно охлаждане на оборудването. Тези иновации не само намаляват оперативните разходи, но и подпомагат постигането на корпоративните ESG цели, като същевременно стимулират развитието на енергийните пазари и възобновяемите източници.

Индиректен принос на телекомуникациите към устойчивостта

Развитието на цифровизацията подпомага различните сектори да намалят своите въглеродни емисии и да повишат ефективността си. Въздействието на телекомуникациите върху устойчивото развитие не се изчерпва само с оптимизация на собствената инфраструктура. Интернет на нещата (IoT) и мобилните платформи позволяват развитие на „умни градове“, управление на транспорта и енергийните системи, както и прецизно земеделие, което минимизира използването на ресурси.

Дистанционната работа и виртуалните срещи, утвърдени след пандемията от COVID-19, също допринасят за намаляване на емисиите, свързани с транспорта. Според изчисления на компанията Ericsson от 2024 година, цифровите решения могат да спомогнат за редуциране на глобалните емисии на парникови газове с до 15% до 2030 година, което потвърждава стратегическата роля на телекомуникациите като катализатор на зелената икономика. Приложенията на IoT в енергийния и транспортния сектор, поддържани от телекомуникационни оператори, позволяват намаляване на енергийните загуби с до 25% и повишават ефективността на управлението на ресурсите.

Цифрова и зелена трансформация

Телекомуникационната индустрия е изправена пред редица екологични предизвикателства като нарастващо енергийно потребление и електронни отпадъци. Производството, поддръжката и обновяването на мрежовото оборудване и крайните устройства генерират значителни количества електронни отпадъци, които често не се рециклират ефективно. Освен това, нарастващият обмен на данни увеличава енергийното потребление на центровете за данни и сървърните инфраструктури. Международният съюз по телекомуникации изчислява, че телекомуникационният сектор е отговорен за около 2-3 % от глобалните емисии на въглероден диоксид, дял, който може да се повиши, ако не бъдат предприети координирани мерки. Затова усилията за внедряване на „кръгова икономика“ в телекомуникациите чрез рециклиране, повторна употреба и устойчив дизайн са от решаващо значение за бъдещото развитие на сектора.

Цифровите технологии, включително телекомуникациите, са основен ускорител на зелената икономика. Те позволяват ефективно управление на енергията, транспорта и ресурсите, но същевременно изискват внимателно управление на собствения им екологичен отпечатък. Според анализа на JRC от 2024 цифровизацията и устойчивото развитие не трябва да се разглеждат като отделни процеси, а като взаимно подсилващи се двигатели на системна промяна. Цифровите решения могат да подпомагат

устойчивостта чрез оптимизация и енергийна ефективност, но водят и до повишено потребление на енергия и материали. Въздействието на телекомуникационния сектор е двупосочно, той е едновременно част от решението и част от проблема, в зависимост от начина, по който се управлява цифровият растеж.

Устойчивата дигитална трансформация не може да се постигне само чрез пазарни механизми. Необходими са съвместни инициативи между правителствата и индустрията. Публично-частните партньорства и междусекторното сътрудничество са ключови за прехода към зелена и цифрова икономика, включващи инициативи за намаляване на въглеродните емисии чрез оптични мрежи, 5G базови станции с ниска консумация и интегрирани IoT платформи за енергийно управление. Енергийно ефективните мрежи от ново поколение, 5G, оптични връзки и IoT системи, са пример за синергия между телекомуникации и устойчиво развитие. Интегрирането на устойчивостта още в етапа на проектиране на телекомуникационните мрежи, устройствата и услугите включва използване на възобновяема енергия, дълготрайност на устройствата и повторна употреба на компоненти. Подходът ‘green by design’ трябва да се превърне в нов стандарт при разработката на телекомуникационни системи, за да се гарантира минимално екологично въздействие през целия жизнен цикъл на мрежите и устройствата.

ИКТ секторът, включително телекомуникациите, е отговорен за около 3-4% от глобалното електропотребление и 1,5-2,1% от емисиите въглероден диоксид с тенденция към нарастване. Центровете за данни и мрежовото оборудване представляват над 75% от този енергиен отпечатък. JRC цитира прогноза, според която енергийното потребление на телекомуникационните мрежи може да нарасне с 60 % до 2030 г., ако не се въведат технологии за енергийна ефективност. Енергийната консумация на телекомуникационните мрежи е сред най-големите предизвикателства за сектора и изисква иновативни решения като динамично управление на натоварването, виртуализация и възобновяема енергия.

Възобновяеми източници и „зелени базови станции”

В някои страни от ЕС като Швеция и Испания, вече се прилагат соларни или хибридни базови станции, които намаляват енергийната консумация с до 40%. В рамките на инициативи за енергийна ефективност телекомуникационните оператори Ericsson и Orange тестват 5G станции, захранвани изцяло с възобновяема енергия, които намаляват емисиите на парникови газове и системи за „sleep mode“, които се активират при ниско натоварване, демонстрирайки как технологичните иновации могат да съчетават свързаност и устойчивост. През 2024 година Ericsson отчита, че енергопотреблението на нов тип радио базова станция (average new radio site) е намаляло с около 37% и си поставя цел да намали енергията на нови радио сайтове с 40 % до 2025. Компанията е добър пример за производител, който подпомага енергийната ефективност на мрежите. Компанията Orange официално е ангажирана с Net Zero до 2040 година като представя данни за около 37% намаление на енергийното потребление между 2015 и 2024 година, което е показателен пример за корпоративна цел с постигнати междинни цели в разглеждания период.

Deutsche Telekom също си поставя Net Zero цели до 2040 година и публикува конкретно постигнати подобрения като понижение на енергийното потребление и намаление на емисиите с 11% за 2023 г.

Европейският съюз генерира над 10 милиона тона електронни отпадъци годишно, като телекомуникационното оборудване представлява около 15% от този обем. В съответствие с принципите на кръговата икономика, телекомуникационните оператори въвеждат програми за повторна употреба и рециклиране на оборудване, чрез които до 85% от компонентите се връщат обратно в производствения цикъл. Компаниите Vodafone и Deutsche Telekom прилагат модели за „circular economy“, при които до 85% от старото мрежово оборудване се рециклира или се използва повторно. Vodafone е стартирал кампанията „1 Million Phones for the Planet“ с цел събиране на един милион употребявани устройства, като в рамките на проекта са отчетени стотици хиляди събрани телефони, а операторът системно публикува плановете си за рециклиране.

Според JRC цифровите технологии могат да намалят глобалните емисии с 15 до 20% до 2030 година чрез „умни мрежи“ за управление на енергията (smart grids), интелигентен транспорт (smart mobility), цифрово управление на водните ресурси и отпадъците. В Италия и Финландия телекомуникационни оператори участват в пилотни проекти за умни мрежи, които намаляват загубите на електроенергия с до 25 % благодарение на IoT сензори и предаване на данни в реално време.

Изкуствен интелект и оптимизация на мрежите

Алгоритмите с изкуствен интелект за управление на мрежови натоварвания могат да намалят консумацията на електроенергия в телекомуникациите с до 20 %. Пилотна програма на Deutsche Telecom използва машинно обучение за динамично изключване на RAN клетки при нисък трафик и натоварване на мрежите. Изкуственият интелект се превръща в инструмент за енергийна устойчивост чрез алгоритми, които динамично регулират натоварването на мрежите и понижават енергийното потребление.

Според ITU през 2022 година световното количество електронни отпадъци е достигнало 62 милиона тона като само категорията „Small IT and telecommunication equipment“ като рутери, мобилни телефони и малки телекомуникационни устройства е 4.6 млрд. килограма. От тях само 22.3% са документирано събрани и рециклирани като прогнозите са електронните отпадъци да достигнат до 82 млн. тона годишно до 2030 г. ако не се вземат необходимите мерки.

През 2022 г. мобилните оператори са закупили 50 TWh възобновяема електроенергия като са допринесли за спестяване на приблизително 15 млн. тона въглероден диоксид. За 2023 година количеството е около 54-58 TWh, със значително влияние върху намаляването на операционните емисии. Около 75% от емисиите в сектора на мобилните услуги идват от веригата на доставки (Scope 3) и са извън пряката работа на мрежите, което подчертава, че устойчивостта не е само в „операции“, а обхваща цялата верига.

Според проучване на McKinsey & Company мобилните и фиксирани мрежи формират над 75% от енергийната консумация на операторите в телекомуникационния сектор. Анализ на 30 телекомуникационни компании, представляващи около 55% от глобалния пазар, между 2019 и 2023 г. показва среден годишен ръст на трафика около 19.7% и среден годишен ръст на енергийното потребление само около 2.8%. Тенденцията е към намаляване разхода на енергия на единица трафик от 165,5 MWh/PB през 2019 г. до около 90 MWh/PB през 2023 г, което показва значително подобряване на енергийната ефективност с около 14 % на година в резултат на използването на по-ефективни технологии и иновативни решения.

Заключение

Телекомуникационният сектор се намира в центъра на двойствен процес, от една страна, той е сред най-бързо растящите индустрии, движещи цифровата икономика, а от друга е изправен пред необходимостта да минимизира екологичния си отпечатък. Настоящият доклад показва, че телекомуникациите не са просто технологична инфраструктура, а стратегически инструмент за постигане на устойчиво развитие. Чрез цифровизация, виртуализация и внедряване на интелигентни решения, секторът може значително да намали енергийната интензивност на икономическите процеси и да подпомогне прехода към зелена икономика. В същото време, за да се реализира този потенциал, са необходими целенасочени усилия за повишаване на енергийната ефективност, намаляване на електронните отпадъци и прилагане на принципите на кръговата икономика.

Перспективите за развитие включват засилено сътрудничество между държавни институции и телекомуникационни оператори за създаване на иновативни регулаторни и технологични решения. Прилагането на ESG стратегии и прозрачна отчетност ще продължат да бъдат ключови инструменти за интегриране на устойчивостта в бизнес моделите. Така телекомуникациите могат не само да ограничат собственото си въздействие върху околната среда, но и да се превърнат в

двигател на по-широката зелена трансформация на обществото и икономиката.

Източници

1. ESG Report 2024, Connecting for a Sustainable Future;
<https://www.a1.group>
2. Sustainability and Corporate Responsibility Report;
<https://www.ericsson.com>
3. GSMA. (2022). The Mobile Industry’s Climate Action Roadmap.
<https://www.gsma.com>
4. Vodafone Group, 2024, Purpose and ESG Report;
5. International Telecommunication Union (ITU) The Global E-waste Monitor 2024;
6. GSMA, Mobile Net Zero 2024/2025 report;
7. McKinsey & Company, The growing imperative of energy optimization for telco networks;
8. European Commission, JRC Identifying common indicators for measuring the environmental footprint of ECNs;
9. Deutsche Telekom Corporate Responsibility Report 2023;
10. Orange Group Net Zero by 2040 commitments and 2023/2024 roadmaps.

ИНТЕГРИРАНЕ НА НАРОДНИ МОТИВИ В КОЛЕКЦИЯ МЛАДЕЖКИ ОБЛЕКЛА ЧРЕЗ ДИГИТАЛНА ОБРАБОТКА В ADOBE PHOTOSHOP

Маргарет Сивова

Технически университет – София, Колеж – Сливен, msivova@tu-sofia.bg, тел.: 0895586624

Дойчина Атанасова

Технически университет – София, ИПФ – Сливен, doichina81@abv.bg, тел.: 0899059070

***Анотация:** Настоящата статия изследва възможностите за синтез между традиционните български везбени орнаменти и съвременния младежки моден дизайн чрез използване на дигитални технологии. Представена е символиката на българските шевици, както и методология за тяхната дигитална интерпретация посредством Adobe Photoshop. В статията се анализира авторска колекция „Етно Vibe”, включваща шест модела облекла, в които традиционни мотиви са преработени чрез разнообразни дигитални филтри и техники. Резултатите демонстрират, че съвременните визуални технологии позволяват актуално преразглеждане на културното наследство и неговото интегриране в модата.*

***Ключови думи:** колекция младежко облекло, национален костюм, везбени орнаменти, Adobe Photoshop.*

INTEGRATION OF FOLK MOTIFS INTO A YOUTH CLOTHING COLLECTION THROUGH DIGITAL PROCESSING IN ADOBE PHOTOSHOP

Margaret Sivova

College – Sliven, Technical University-Sofia, msivova@tu-sofia.bg, tel.:
0895586624

Doychina Atanasova

Faculty of Engineering and Pedagogy – Sliven, Technical University-Sofia,
doichina81@abv.bg, tel.: 0899059070

Abstract:: *The present article explores the potential for synthesizing traditional Bulgarian embroidered ornaments with contemporary youth fashion design through the use of digital technologies. The symbolic structure of Bulgarian embroidery is presented, alongside a methodology for its digital interpretation using Adobe Photoshop. The paper analyzes the original collection *Etno Vibe*, consisting of six garments in which traditional motifs are reworked through various digital filters and techniques. The results demonstrate that modern visual technologies enable a contemporary reinterpretation of cultural heritage and its integration into fashion.*

Keywords: *youth clothing collection, national costume, embroidery ornaments, Adobe Photoshop.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Българската народна везба представлява уникален визуален и културен феномен, в който са кодирани светогледът, вярванията и естетиката на българския народ. Орнаментите, изграждащи шевицата, носят дълбока символика и са съхранили своята художествена стойност през вековете, като едновременно функционират като декоративен елемент и носител на културна памет³⁵⁴.

Развитието на дигиталните технологии, и в частност на Adobe Photoshop, открива нови възможности за адаптация, стилизация и творчество, които превръщат народните мотиви в актуален, модерен визуален език.

Дигиталната среда играе ролята на творческо поле, в което шевицата може да бъде разглеждана не само като фолклорен елемент, но и като източник на нови художествени решения.

Разработката има за цел да разработи методология за дигитална обработка и визуална трансформация на традиционни български мотиви

³⁵⁴ Пунтев, Пенко, Български народни везбени орнаменти, изд. „Септември“, София, 1977

³⁵⁵, както и да демонстрира приложението им в модния дизайн чрез създадената авторската колекция „Етно Vibe“. В колекцията са включени шест модела, всеки от които използва различен орнамент, символ, цвятова композиция и дигитална техника. Колекцията представлява своеобразен мост между традиция и съвременност чрез разнообразие от силуетни форми и вградени орнаменти, обработени със специфични Photoshop инструменти и филтри.

Интегрираните в моделите автентични орнаментални елементи са обработени дигитално без да се наруши културната им стойност. Сред тях се открояват:

- ✓ Елбетицата - символ на равното присъствие на четирите посоки, четирите сезона, кръговрата на живота, хармонията и разбирателството;
- ✓ Канатицата - знак за родова непрекъснатост, майчинство, наследственост и връзка между поколенията, символ на вечния живот и безкрайността;
- ✓ Дървото на живота – символ на вертикалата между земното и небесното, между корен и плод.
- ✓ Растителни и геометрични орнаменти – символ на природна плодовитост.

1. Adobe Photoshop като инструмент за моден дизайн

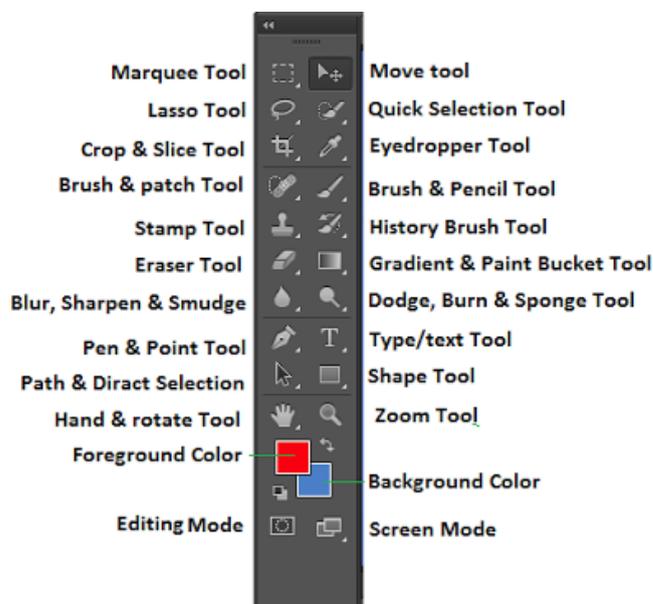
Adobe Photoshop ³⁵⁶ е програма за визуална обработка на снимки и картини, за създаване на графики, скици, карти и други изображения. Тази програма се използва предимно за обработка и създаване на висококачествени изображения с висока резолюция, обикновено посредством слепване на много дигитални слоеве ³⁵⁷. Програмата позволява разнообразно редактиране на изображения - от прости корекции до сложни композиции, приложими в различни дизайнерски

³⁵⁵ Коев, Иван, Българската везбена орнаментика, изд. „Г. Марков“, Пловдив, 2017

³⁵⁶ <https://www.adobe.com/bg/products/photoshop/app.html>

³⁵⁷ https://bg.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop

проекти³⁵⁸. На Фиг. 1 е представена лента с инструменти в Adobe Photoshop³⁵⁹.



Фиг. 1. Разпределение на инструментите на Photoshop

В контекста на модния дизайн програмата дава възможност за:

- стилизация на орнаменти;
- симулиране на текстури;
- създаване на принтови композиции;
- адаптиране на традиционни мотиви към модерни форми.

Функции като филтри, текстуриране, градиенти, маски, слоеве и многобройни инструменти за селекция позволяват прецизно оформяне на дигитални принтове.

В моделите от авторската колекция са приложени ефекти като Wind, Texturizer, Drop Shadow, Glass, Cutout, Motion Blur и Oil Paint, които се използват за постигане на различни визуални интерпретации на шевиците.

2. Дизайнерски проект

³⁵⁸ <https://advanceacademy.bg/blog/photoshop-instrumenti-za-kakvo-sluzhi-vsyaka-optsiya>

³⁵⁹ <https://ereal8263.weebly.com/photoshop-notes.html>

Въз основа на направеното задълбочено проучване на модните тенденции за 2026 г. е съставена Атмосфера-карта на колекцията (Фиг. 2), която илюстрира авторския източник на вдъхновение и разноцветната палитра от цветове за осъществяване на дизайнерския замисъл ³⁶⁰.

Разработената авторска колекция младежко облекло „**Етно Vibe (етно вдъхновение)**” е представена чрез творческите ескизи на Фиг. 3. Колекцията включва шест модела, като всеки от тях демонстрира отделна концептуална линия, при която традиционният орнамент е интерпретиран чрез различни визуални техники, филтри и графични подходи в Adobe Photoshop.



Фиг. 2. Атмосфера-карта на колекцията

³⁶⁰ <https://www.pantone.com/hk/en/articles/fashion-color-trend-report/london-fashion-week-spring-summer-2026>

Колекцията се основава на идеята за „етно-модерност” – обединяване на традиционни мотиви с минималистични, геометрични или експресивни силуетни форми. Везбените орнаменти функционират едновременно като декоративен и структурен елемент, вписващи се в съвременна визуална естетика. Централно място заемат символи като елбетица, канатица, трилистна палмета, дървото на живота, флорални и геометрични композиции, всеки от които е обработен чрез индивидуален дигитален подход.



Фиг. 3. Творчески ескизи на моделите от колекцията

Моделите от колекцията се характеризират с:

- ✓ Вертикална орнаментална композиция, подчертана чрез издължените силуетни форми;
- ✓ Изискани вертикални и диагонални линии, придаващи стройност и елегантност;
- ✓ А-образни и трапецовидни форми, при които разположението на мотивите балансира ширината в долната част;
- ✓ Издължени силуети с обемни ръкави;

- ✓ Контраст между формите на раменната и поясната част на ансамблите, което внася разнообразие и динамика в композицията, засилва остротата на възприятие;
- ✓ Ясно изразена талия при част от моделите;
- ✓ Разнообразие при дължината на изделията - до глезена, до пода, над и до коляното. Част от моделите са с асиметрична линия на подгъва;
- ✓ Разнообразие при формата на ръкавите – тип „камбана”; разкроени в долната част; буфан-ръкави с обем в горната част;
- ✓ Асиметрия в конструктивното решение и позиционирането на дигиталните везбени орнаменти, което създава зрителна динамика на формите;
- ✓ Ярка цветова гама: преобладават червено, жълто, синьо, зелено, лилаво и черно, характерни за автентичното българско везмо;
- ✓ Използване на предимно естествени материали - 100% памук, различни смеси на памук с вискоза, вискоза с еластан.

3. ДИГИТАЛНА ОБРАБОТКА НА ТРАДИЦИОННИ ВЕЗБЕНИ МОТИВИ

В рамките на разработката се демонстрира технологията за дигитална обработка на везбените орнаменти „Дърво на живота” и „Роза vibe” чрез инструментариума на програмата **Adobe Photoshop** с цел създаване на щампиран текстилен дизайн за дамски ансамбъл **Модел 1** (Фиг. 4.) и **Модел 2** (Фиг. 7.).

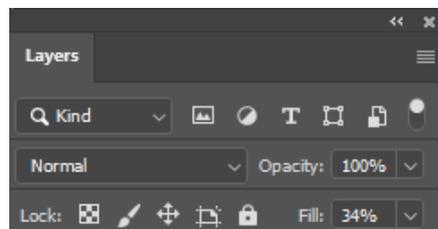
3.1. Модел 1



Фиг. 4. Модел 1



Фиг. 5.



Фиг. 6.

**Инструментариум на Adobe Photoshop за дигитална обработка на везбен
орнамент “Дърво на живота”**

За създаване на ефект на движение и разфокусиране е използван филтърът Wind (вятър), активиран чрез командата:

Filter → Stylize → Wind (Фиг. 5).

Този инструмент осигурява специфична визуална трансформация, основана на хоризонтално изместване на пикселите. В резултат се генерират фини линейни структури, които симулират въздействието на умерен или силен вятър.

Филтърът анализира контрастните области в слоя и създава характерни ивични форми, насочени хоризонтално. Поради тази особеност изображението се завърта предварително на 90°, така че ефектът да бъде ориентиран вертикално. След обработката слойът отново се завърта в първоначална позиция.

За постигане на оптимално визуално разфокусиране филтърът се прилага последователно отляво и отдясно, като два пъти се потвърждава опцията ОК в двете посоки.

Филтърът Wind предлага три основни метода за обработка:

- Wind – създава фини, деликатни линии, подходящи за лек, постоянен вятър.
- Blast – генерира по-дълги и по-интензивни ивици, използвани за симулиране на силни пориви.
- Stagger – оформя начупени структури, подходящи за по-абстрактни графични ефекти.

Посоките на прилагане включват:

From the Right – линиите се развиват наляво;

From the Left – линиите се развиват надясно.

Комбинацията от методи и посоки позволява висока степен на контрол върху интензитета и визуалния характер на ефекта.

След обработката с филтъра основният орнамент се дублира, като копието се позиционира под оригиналния слой.

За създаване на дълбочина и обемен ефект към дублирания слой са приложени следните стойности:

Opacity: 100%

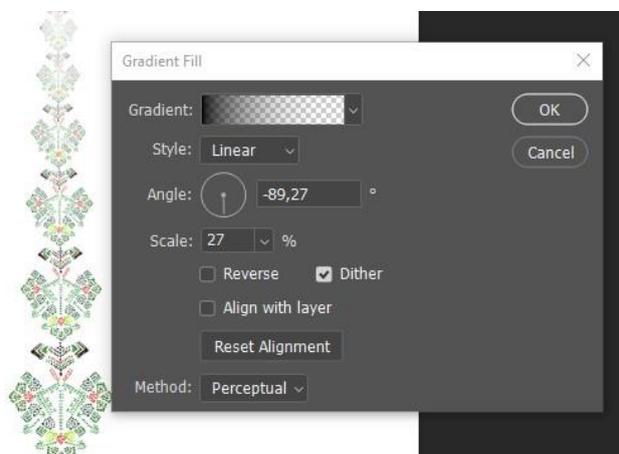
Fill: 34%

Тази техника осигурява хармонизиране на визуалната структура и плавен преход между декоративните елементи (Фиг. 6).

3.2. Модел 2



Фиг. 7. Ескиз на Модел 2



Фиг. 8.

Инструментариум на Adobe Photoshop за дигитална обработка на везбен орнамент „Роза vibe”

Ръчно изработените везбени мотиви първоначално са създадени върху картон и впоследствие дигитализирани чрез сканиране (Фиг. 7). След оцифроването отделните елементи се обработват в Adobe Photoshop, като се използва комбинация от селекционни и почистващи инструменти с цел изолиране, структуриране и подготовка на мотивите за вграждане в текстилния дизайн.

За отделяне на мотивите от фона и за прецизиране на контурите са използвани следните инструменти:

- **Magic Wand Tool** (Вълшебна пръчица):

Служи за бърза селекция на еднородни цветови области. Чрез настройката Tolerance се дефинира диапазонът на цветовете, подлежащи на автоматична селекция. Този инструмент е особено ефективен при премахване на равномерни фонове (например бял или светлосин), което позволява бързо и точно „почистване” на сканираните мотиви.

- **Lasso Tool** (Ласо):

Позволява свободна, ръчна селекция на елементи чрез очертаване на контурите им. Той е приложен за изрязване на отделни мотиви или техни части, когато е необходимо високо ниво на контрол. Използвани са трите му разновидности:

- Freehand Lasso – свободно ръчно очертаване;
- Polygonal Lasso – селекция чрез последователни прави линии;
- Magnetic Lasso – автоматично „прилепване” към границите на обекта, особено полезно при ясно дефинирани ръбове.

- **Magic Eraser Tool** (Вълшебна гумичка):

Функционира подобно на Magic Wand, но премахва избраните пиксели директно, превръщайки ги в прозрачни области. Той е използван за финално почистване и прецизиране на контурите на мотивите, осигурявайки качествено отделяне от фона само чрез едно действие.

За създаване на плавен градиентен визуален преход в предната част на модела е използван инструментът **Gradient Fill**. Той позволява изграждане на гладки цветови трансформации, които придават допълнителна дълбочина, динамика и визуален акцент в композицията.

Функцията Gradient Fill създава преход между два или повече цвята, като настройките ѝ предоставят широк спектър от художествени възможности. Основните параметри, достъпни чрез Gradient Editor и панела Properties, включват следните настройки на градиента:

- *Colors* (Цветовете): избор между предварително зададени градиенти или създаване на персонализирани чрез добавяне / премахване на цветове и прозрачностни „стопове“.

- *Style* (Стил): Има пет основни стилови типа градиенти:

- *Linear* (Линеен): Преходът е по права линия.

- *Radial* (Радиален): Преходът излиза от централна точка навън, като кръг или сфера.

- *Angle* (Ъглов): Преходът се движи по посока на часовниковата стрелка около централна точка.

- *Reflected* (Отразен): Симулира огледален линеен градиент от двете страни на началната точка.

- *Diamond* (Диамантен): Преходът е под формата на диамант или квадрат, излизащ от центъра.

- *Angle* (Ъгъл): контролира посоката на градиентния преход при линейни, ъглови и отразени стилове.

- *Scale* (Мащаб): определя степента на разтягане или фокусирането на прехода.

- *Reverse* (Обръщане): разменя началния и крайния цвят.

- *Blending Mode and Opacity* (Режим на смесване и непрозрачност): позволяват комбиниране на градиента със слоевете под него за постигане на комплексни визуални ефекти.

В конкретната композиция е приложен линеен градиент със следните настройки:

Gradient Fill:

Gradient : black

Style: Linear

Angle: - 87,27°

Scale: 27% / Dither - активиран за предотвратяване на бандинг артефакти.

Тези стойности осигуряват фин и контролиран преход, който визуално свързва мотива със силуета на изделието и подчертава неговия композиционен ритъм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разработката е направена демонстрация на потенциала на дигиталните технологии за интерпретация, трансформация и интегриране на традиционни български везбени мотиви в съвременния моден дизайн.

Авторската колекция „Етно Vibe” показва как дигиталната обработка може да функционира като средство за художествено обновяване на традиционните мотиви и за интегрирането им в съвременни модни младежки облекла. Моделите в колекцията разкриват множество подходи – от динамична пикселизация и стилизирани ефекти, до изчистена графичност и плавни преливания.

Съчетаването на фолклорни мотиви със съвременен моден дизайн води до създаването на изделия, които са едновременно естетически значими, културно ангажирани и технологично иновативни.

Колекцията „Етно Vibe” вдъхва нов живот на традиционната българска шевица, предоставя модел за това как културното наследство може да бъде устойчиво и творчески използвано в съвременния дизайнерски процес. Това представлява ценен принос към развитието на модерния моден дизайн, основан на уважение към миналото и ориентация към бъдещето.

СПИСЪК С ИЗПОЛЗВАНИ ИЗТОЧНИЦИ

1. Пунтев, Пенко, Български народни везбени орнаменти, изд. „Септември”, София, 1977
2. Коев, Иван, Българската везбена орнаментика, изд. „Г. Марков”, Пловдив, 2017
3. <https://www.adobe.com/bg/products/photoshop/app.html>
4. https://bg.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop
5. <https://advanceacademy.bg/blog/photoshop-instrumenti-za-kakvo-sluzhi-vsyaka-optsiya>
6. <https://ereal8263.weebly.com/photoshop-notes.html>
7. <https://www.pantone.com/hk/en/articles/fashion-color-trend-report/london-fashion-week-spring-summer-2026>

ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОБЕМНО-ЕКСПАНДИРАЩИ КОМПОЗИЦИИ В МИННО-ДОБИВНАТА ПРОМИШЛЕНОСТ

Надежда Стойчева

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски” – София,
n.stoycheva@mgu.bg, +359887237137

Анотация: В съвременната минна индустрия нараства необходимостта от прилагането на технологии, които съчетават висока ефективност на добивните процеси с гарантиране на безопасността и опазването на околната среда. Безвзривните технологии за разрушаване на скални масиви са обект на засилен интерес през последните години поради необходимостта от безопасни, екологично устойчиви и ефективни методи за добив в открити и подземни рудници. Обемно-експандиращите композиции представляват иновативен подход, който осигурява контролируемо разрушаване без генериране на взривни вълни, токсични газове и ударни натоварвания върху околните скални маси или обекти.

Ключови думи: открит добив, кариера, обемно-експандиращи композиции, скално-облицовъчни материали

APPLICATION OF EXPANDING MORTARS IN MINING INDUSTRY

Nadezhda Stoycheva

University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski” – Sofia
n.stoycheva@mgu.bg, +359 887 237 137

Abstract: In the present mining industry, there is a growing need for technologies that combine high extraction efficiency with guaranteed safety and environmental protection. Non-explosive rock fragmentation technologies have attracted increasing interest in recent years due to the demand for safe, environmentally sustainable, and effective methods for both surface and underground mining operations. Expansive (volume-expanding) demolition agents represent an innovative approach that enables controlled rock fracturing without generating blast waves, toxic gases, or impact loads on the surrounding rock masses or structures.

Keywords: open-pit mining, stone quarrying, expansive demolition agents, dimension stones

1. Увод

В съвременната минно-добивна промишленост се наблюдава засилен интерес към прилагането на технологии, които съчетават висока ефективност на добивните процеси, гарантирайки безопасността и опазването на околната среда. Традиционните взривни методи, макар и най-широко прилагани в условията на открит и подземен добив, често водят до редица неблагоприятни последици като генериране на ударни вълни, образуване на токсични газове, вибрации и напуквания в околните скални маси, които могат да застрашат стабилността на минните изработки и безопасността на работещите в рудниците и кариерите³⁶¹. В този контекст все по-голям интерес предизвикват безвзривните технологии за разрушаване на скални масиви, които предлагат по-контролиран и екологично щадящ подход към процеса на добив.

Една от най-перспективните иновации в тази област са обемно-експандиращите композиции (ОЕК) – материали, които при определени условия претърпяват химическа реакция, водеща до увеличаване на обема и създаване на високо вътрешно налягане. Това налягане предизвиква контролирано разрушаване на скалата, без използване на експлозиви и без съпътстващите негативни ефекти като при взривните технологии.

Развитието и внедряването на такива безвзривни технологии представлява важна стъпка към модернизирването на миннодобивната дейност, повишаването на неговата устойчивост, намаляване на минните отпадъци и минимизирането на въздействието върху работната и природната среда.

2. Същност на технологията

³⁶¹ Крилчев А., „Състояние, перспективи и предизвикателства пред открития добив на полезни изкопаеми“, XVIII Международна конференция по открит и подводен добив на полезни изкопаеми – Варна, България

Обемно-експандиращите композиции (ОЕК) представляват иновативен подход, който осигурява контролируемо разрушаване без генериране на взривни вълни, токсични газове и ударни натоварвания върху околните скални маси. Методиката се базира на свойството на определени химични съединения при намокряне да „поглъщат” водата като я свързват със собствените си молекули в т. нар. хелатни комплекси. При привидното изсъхване на материала водните молекули се оказват част от кристалната решетка на съединението. Това довежда до драстично увеличение на коефициента на обемно разширение. Така, тези вещества при поставянето им в пробитите дупки и контакт с вода са способни след известно време да се втвърдяват и разширяват, като създават напрежения в скалите до 40-45 МПа, а според някои производители дори и до 124 МПа³⁶². Забележително е, че този метод на фрагментиране работи чрез инжектиране на сместа в сондаж или отвор, пробит в бетонна или скална маса. Полученото кристализационно налягане, генерирано от производството на кристали калциев хидроксид, създава ефективна мрежа от пукнатини около сондажа³⁶³.

В публикацията³⁶⁴ на Rehman е представено детайлно описание на механизма на пукнатинообразуване. След като разрежданият със съответното количество вода безшумен разрушителен реагент се излее в перфорираните отвори, експанзионното напрежение постепенно нараства с времето и достига стойности надвишаващи 50 МПа (равно на 5098,58 t/m²) при стайна температура след 5 часа. Докато ОЕК генерира своето експанзивно напрежение, материалът, който трябва да бъде разцепен претърпява следните необратими деформации:

1. процес на започване на пукнатини,

³⁶² Стойчева Н., „Избор на ефективни технологии за открит добив на скално-облицовъчни материали от магмени скали“, Дисертационен труд, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 2023

³⁶³ Dessouki, A.E.; Mitri, H. Rock Breakage Using Expansive Cement. Engineering 2011

³⁶⁴ Rehman, Z., Hussain, S., Mohammad, N., Raza, S., Sherin, S., Khan, M., Tahir, M., Khan, M., (2018). Comparative analysis of different techniques used for dimension stone mining, Journal of Himalayan Earth Sciences Volume 51, No. 1, 2018 pp. 23-33

2. разпространение на пукнатините,
3. увеличаване на ширината на пукнатините.

Следователно, този механизъм на отделяне се отличава от отцепването чрез взривяване, без наличие на допълнителни разрушителни пукнатини, генериране на токсични газове, сеизмика или разлет на скални късове.

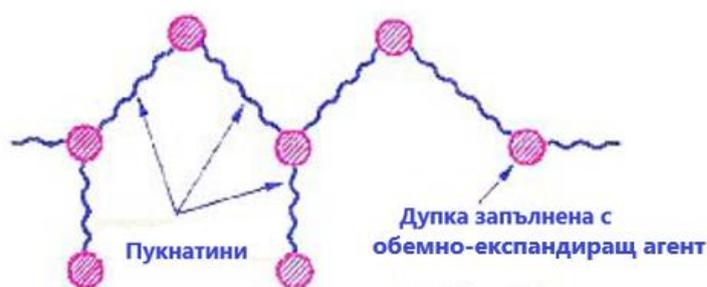
Механизмът на пукнатинообразуване от напрежението при разширяване на обемно-увеличаващия се състав е показан на фиг.1. Експанзивното напрежение в запълнената перфорация поражда напрежения на натиск върху твърдата среда (скала, бетон). Пукнатините започват от вътрешната повърхност на отвора. Те са причинени от напрежението на опън, възникнало перпендикулярно на напрежението на натиск. Напрежението на разширяване на обемния експандер продължава да работи дори след появата на пукнатини, като предизвиква тяхното разширение и разпространение³⁶⁵.



Фиг.1. Механизъм на пукнатинообразуване от разширителното напрежение на обемно-експандиращия състав

³⁶⁵ Huynh, M.-P.; Laefer, D.F. Expansive cements and soundless chemical demolition agents: State of technology review. In Proceedings of the 11th Conference on Science and Technology, Tsukuba, Japan, 21–23 October 2009

Възможно е да се определят посоките на пукнатините, когато е планирано по подходящ начин подреждането и отстоянието между отворите, както и тяхната дълбочина и наклон (фиг.2)³⁶⁶. Това е значително предимство при приложението на ОЕК за разрушаване на минната маса или отбиване на остатъчни козирки след взривни работи в подземни рудници³⁶⁷.



Фиг.2. Планирано насочване на пукнатини между отворите

3. Приложения на обемно експандиращи агенти

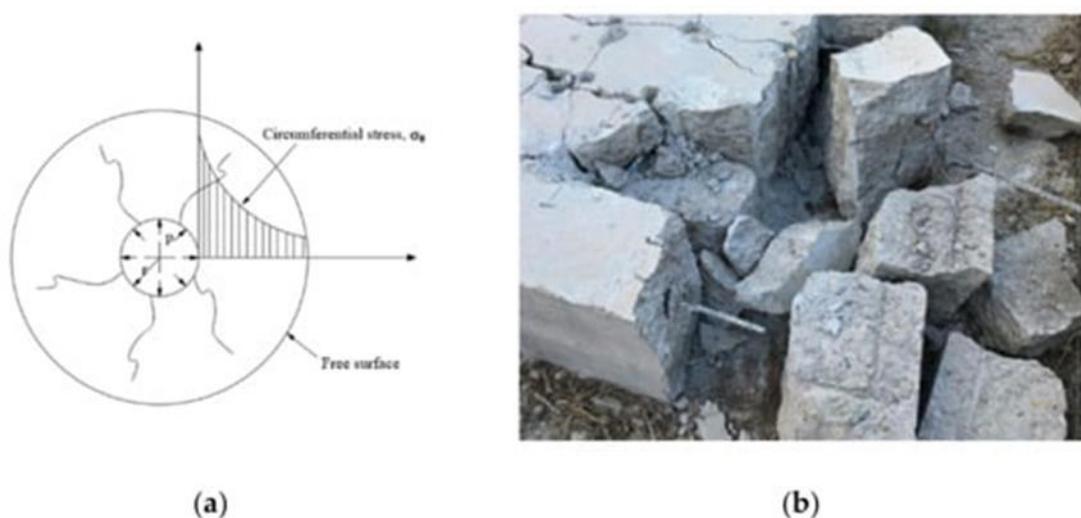
Технологията на обемно-експандиращите агенти е разработена преди повече от 30 години, но навлиза в търговска употреба едва около 10-15 години по-късно. ОЕК традиционно се използват при разрушаване на бетонни конструкции, скали, отломки и части от сгради в градски условия и съществува обширна литература по тази тема³⁶⁸. В рамките на ограничен отвор/дупка ОЕК развива компресивни нормални напрежения спрямо стените си. Това оказва натиск върху обиколката на отвора в радиална посока и създава напрежение на опън в тангенциална посока. Както е

³⁶⁶ Bakhtavar, E., Oraee, K., Abdollahisharif, J., (2011). Determination of practical spacing between holes for the expansive mortars utilization in dimension stone quarries. In proceedings of SME Annual Meeting, Feb. 27. – Mar. 02. 2011, Denver, CO

³⁶⁷ Cui, X.; Zhang, J.; Guo, L.; Gong, X. Experimental Investigation of the Use of Expansive Materials to Increase Permeability in Coal Seams through Expansive Fracturing. Shock Vib. 2020

³⁶⁸ Hinze, J.; Brown, J. Properties of soundless chemical demolition agents. Constr. Eng. Manag. 1994

показано на фигура 3, пукнатина се създава в радиална посока в най-слабата част от обиколката на сондажа³⁶⁹. Първоначалното образуване на пукнатина ще се разпространи само когато генерираното напрежение надвиши якостта на опън на скалата. Следователно, напрежението на опън, генерирано от разширението при обемно-експандиращата смес, създава механизма на разрушаване, отговорен за счупването на бетона или скалата³⁷⁰.



Фиг.3. Разрушаване чрез ОЕК. (а) Разпространение на фрактура около сондаж под налягане. (б) Разбита скала с помощта на ОЕК

С цел прочуване на зависимостите между параметрите на дупките и времето за генериране на пукнатини с различна разтвореност са проведени изследвания от множество учени върху различни разстояния между отворите, размерите и дължините им, с цел оптимизиране разпространението на пукнатините. Проучвания, проведени от Лабуз и др.³⁷¹, показват, че отворите с постепенно увеличаващо се разстояние

³⁶⁹ Etkin, M.B.; Azarkovich, A.E. Effect of Non-Explosive Splitting Compounds and Rational Work Parameters. Power Technol. Eng. 2006

³⁷⁰ Gholinejad, M.; Arshadnejad, S. An experimental approach to determine the hole-pressure under expansion load. J. S. Afr. Inst. Min. Metall. 2012

³⁷¹ Labuz, J.F.; Shah, S.P.; Dowding, C.H. Experimental analysis of crack propagation in granite. Int. J. Rock Mech. Min. 1985

между тях – в сравнение с отворите с равномерно разстояние – водят до много по-ранно започване на фрактуобразуването и до по-бързо разпространение от края, където разстоянието е по-малко. Други проучвания показват, че раздробяването на скалната маса може да се оптимизира чрез въвеждане на неинжектирани агенти отвори със същия размер като инжектираните. Установено е, че сондажи с диаметър 4,76 mm и мрежа 6 × 6, 4 × 4 и 3 × 3 с неинжектирани отвори са оптимални. В същото проучване е наблюдавана потенциална възможност за намаляване на използваното количество химичен агент и включването му в допълнителни празни сондажи^{372, 373}.

Според литературната справка едно от най-честите приложения на обемно-експандиращите композиции в минно-добивната дейност е при добива на скално-облицовъчни материали, където е необходимо големи обеми скални блокове да бъдат отцепвани от масивите (фиг.4)³⁷⁴.



Фиг. 4. Обемно-експанзивни агенти, прилагани в кариери за добив на гранити

Същността на технологията е същата като пробивно-взривния метод. Перфорират се вертикални, хоризонтални или наклонени дупки с

³⁷² Cho, H.; Nam, Y.; Kim, K.; Lee, J.; Sohn, D. Effective Arrangement of Non-Explosive Demolition Agents and Empty Holes for Improving Fragmentation of Square Concrete Structures. J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea 2017

³⁷³ Arshadnejad, S.; Goshtasbi, K.; Aghazadeh, J. A model to determine hole spacing in the rock fracture process by non-explosive expansion material. Int. J. Miner. Metall. 2011

³⁷⁴ Rehman, Z., Hussain, S., Mohammad, N., Raza, S., Sherin, S., Khan, M., Tahir, M., Khan, M., (2018). Comparative analysis of different techniques used for dimension stone mining, Journal of Himalayan Earth Sciences Volume 51, No. 1, 2018 pp. 23-33

диаметър най-често 30 - 50 mm по контурите на скалния блока с пробивната механизация (чукове, лафети, карети или сонди). Разстоянието между дупките зависи от конкретните условия, вида на добиваните скали и разширителната способност на химичното съединение. Най-често тези разстояния са между 100 mm и 300 mm, а разстоянието до най-близката свободната повърхнина по линията на отцепване е от 400 до 500 mm³⁷⁵. Дълбочината на дупките, зависи от конкретните условия и цел на разрушаването, като при отцепване на скални блокове варира от 2/3 до 3/4 и в много редки случаи равна на съответния параметър (височина или широчина) на блока (фиг.5).



Фиг. 5. Обемно-експанзивен агент, прилаган в кариера за добив на гранит

Прахообразното вещество се смесва с 20 до 40 % вода и образувалата се каша се излива в дупките, като е възможна работа дори и при отрицателни температури. Времето за разрушаване на скалите варира в границите от 12 часа до 72 часа, като фактори влияещи на това време са:

1. вида на химичното вещество,
2. свойствата на скалите,

³⁷⁵ Стойчева Н., „Избор на ефективни технологии за открит добив на скално-облицовъчни материали от магмени скали“, Дисертационен труд, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 2023

3. геоложките условия,
4. температурата на околната среда и скалите,
5. разстоянието между дупките.

Времето за разцепването на масива може да бъде намалено като бъде намалено разстоянието между дупките, но това от своя страна увеличава времето и разходите за пробиването им. Възможно е отделянето и на много големи блокове от масива с обем до 2000 m³. Разрушаващите скалата напрежения образуват зона с микро-пукнатини, непревишаваща по размер диаметъра на дупките³⁷⁶.

По отношение на приложенията в подземния добив и подземното строителство, съществуват доклади за редица невзривни техники за разбиване на скали в южноафрикански златни мини, включително използването на експанзивни агенти, които са били успешни, когато са били използвани в пласт от 200 мм в норит. Де Силва и Ранджит³⁷⁷ са провели обширни проучвания за употребата на ОЕК за подобряване на фрактурирането в скалните масиви, за да подобрят *in situ* излужването на нискокачествени рудни находища. Занг и др.,³⁷⁸ са използвали безшумни експандери за насочено срязване на покрив във въглищната мина Donglin. Танг и др.,³⁷⁹ също са го приложили за разбиване и повишаване на пропускливостта на въглищни пластове за освобождаване на метан и други газове. Първото изпитване в подземна мина за твърди скали е докладвано в манганов завод в Джорджия. Авторите са разработили обемно-експандиращ агент, способен да произвежда разширяващо

³⁷⁶ Primavori P., 1999, 20 years of diamond wire. *Marmo Macch Anno* 29°, 149, pp 278-304

³⁷⁷ De Silva, V.R.S.; Ranjith, P.G.; Perera, M.S.A. An Alternative to Conventional Rock Fragmentation Methods Using SCDA: A Review. *Energy J.* 2016

³⁷⁸ Zhang, Q.; He, M.; Wang, J.; Guo, S.; Guo, Z.; Liu, X.; Hu, J.; Ma, Z.; Fan, L.; Guo, P. Instantaneous expansion with a single fracture: A new directional rock-breaking technology for roof cutting. *Int. J. Rock Mech. Min.* 2020

³⁷⁹ Tang, W.; Zhai, C.; Xu, J.; Sun, Y.; Cong, Y.; Zheng, Y. The influence of borehole arrangements of soundless cracking demolition agents (SCDAs) on weakening the hard rock. *Int. J. Min. Sci. Technol.* 2021

налягане от 130 МРа, и го тествали в 42-милиметрови дупки в руда с якост на опън до 8,1 МРа.

За подземни приложения има допълнително предимство да се избегне генерирането на емисии на парникови газове, дължащи се на взривни вещества, най-вече азотен оксид (NO), въглероден оксид (CO), амоняк (NH₄) и метан (CH₄). Приложенията на експандерите обаче никога не са били опитвани в подземни мини за твърди скали като част от редовните цикли на тунелно, проходческо и напречно изкопаване³⁸⁰. Съществуват три основни предизвикателства, свързани с внедряването на технологията в подземния добив. Първо, времето, необходимо на агентите да развие максимално разширяващо налягане – обикновено 12 часа – е твърде дълго за практически подземни приложения. Второ, за да бъде тази технология осъществима, тя трябва да преодолее високите ограничаващи напрежения, като същевременно постигне разумно време за разрушаване на скалата. Наличието на напрежения *in situ* би изисквало по-високо експанзивно налягане, за да се преодолее не само якостта на опън на скалата, но и индуцираното разпределение на компресионното напрежение около сондажа. Третото предизвикателство е, че композициите са били тествани само върху бетонни и повърхностни скални образувания, които по своята същност са по-слаби от здравите магмени литологии, които обикновено се срещат на дълбочина в метални мини и дълбоки подземни среди³⁸¹.

Заклучение

В съвременният добив на полезни изкопаеми безопасността, екологичните изисквания и ефективността на технологичните процеси придобиват все по-голямо значение. Обемно-експандиращите композиции в световен мащаб са широко използвани при окрития добив

³⁸⁰ Крилчев А., „Организация и управление на процесите при разработване на находище „Милин камък“ 68-ма Международна научна конференция на МГУ „Св. Иван Рилски“, 2025, стр. 150-154 ISSN 2738-8808

³⁸¹ Habib K-M, Shnorhokian, S., Mitri, H. Evaluating the Application of Rock Breakage without Explosives in Underground Construction—A Critical Review of Chemical Demolition Agents, McGill University, Montreal, QC H3A 0E8, Canada, Minerals 2022

на скално-облицовъчни материали, докато при подземният добив все по-често се налага разрушаване на скални масиви в условия, където използването на взривни вещества е нежелателно или дори забранено. В такива случаи особено полезни се оказват безшумните-експандиращи композиции, наричани още невзривни разрушаващи агенти. С развитието на техниките и технологиите тези композиции стават все по-бързо реагиращи по-евтини, по безопасни и екологични, което ги прави предпочитани за различни условия на работната и околна среда. Ефективността на обемно-експандиращите композиции е пряко зависима от комбинацията между физико-механичните характеристики на скалата и околните геоложки условия. Затова при внедряване на безвзривна технология е необходимо предварително геотехническо проучване, което да определи оптималните параметри на прилагане – вид на композицията, концентрация, температура при провеждане, време на втвърдяване и схема прокаране на дупките.

Литература

1. Крилчев А., „Организация и управление на процесите при разработване на находище „Милян камък“ 68-ма Международна научна конференция на МГУ „Св. Иван Рилски“, 2025, стр. 150-154 ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online) <https://doi.org/10.5281/zenodo.17160370>
2. Крилчев А., „Състояние, перспективи и предизвикателства пред открития добив на полезни изкопаеми“, XVIII Международна конференция по открит и подводен добив на полезни изкопаеми – Варна, България
3. Стойчева Н., „Избор на ефективни технологии за открит добив на скално-облицовъчни материали от магмени скали“, Дисертационен труд, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 2023
4. Arshadnejad, S.; Goshtasbi, K.; Aghazadeh, J. A model to determine hole spacing in the rock fracture process by non-explosive expansion material. Int. J. Miner. Metall. 2011
5. Bakhtavar, E., Oraee, K., Abdollahisharif, J., (2011). Determination of practical spacing between holes for the expansive mortars utilization in

dimension stone quarries. In proceedings of SME Annual Meeting, Feb. 27. – Mar. 02. 2011, Denver, CO.

6. Cho, H.; Nam, Y.; Kim, K.; Lee, J.; Sohn, D. Effective Arrangement of Non-Explosive Demolition Agents and Empty Holes for Improving Fragmentation of Square Concrete Structures. J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea 2017

7. Cui, X.; Zhang, J.; Guo, L.; Gong, X. Experimental Investigation of the Use of Expansive Materials to Increase Permeability in Coal Seams through Expansive Fracturing. Shock Vib. 2020

8. De Silva, V.R.S.; Ranjith, P.G.; Perera, M.S.A. An Alternative to Conventional Rock Fragmentation Methods Using SCDA: A Review. Energy J. 2016

9. Dessouki, A.E.; Mitri, H. Rock Breakage Using Expansive Cement. Engineering 2011

10. Etkin, M.B.; Azarkovich, A.E. Effect of Non-Explosive Splitting Compounds and Rational Work Parameters. Power Technol. Eng. 2006

11. Gholinejad, M.; Arshadnejad, S. An experimental approach to determine the hole-pressure under expansion load. J. S. Afr. Inst. Min. Metall. 2012

12. Habib K-M, Shnorhokian, S., Mitri, H. Evaluating the Application of Rock Breakage without Explosives in Underground Construction—A Critical Review of Chemical Demolition Agents, McGill University, Montreal, QC H3A 0E8, Canada, Minerals 2022

13. Hinze, J.; Brown, J. Properties of soundless chemical demolition agents. Constr. Eng. Manag. 1994

14. Huynh, M.-P.; Laefer, D.F. Expansive cements and soundless chemical demolition agents: State of technology review. In Proceedings of the 11th Conference on Science and Technology, Tsukuba, Japan, 21–23 October 2009

15. Labuz, J.F.; Shah, S.P.; Dowding, C.H. Experimental analysis of crack propagation in granite. Int. J. Rock Mech. Min. 1985

16. Primavori P., 1999, 20 years of diamond wire. Marmo Macch Anno 29°, 149, pp 278-304

17. Rehman, Z., Hussain, S., Mohammad, N., Raza, S., Sherin, S., Khan, M., Tahir, M., Khan, M., (2018). Comparative analysis of different techniques used for dimension stone mining, Journal of Himalayan Earth Sciences Volume 51, No. 1, 2018 pp. 23-33

18. Tang, W.; Zhai, C.; Xu, J.; Sun, Y.; Cong, Y.; Zheng, Y. The influence of borehole arrangements of soundless cracking demolition agents (SCDAs) on weakening the hard rock. Int. J. Min. Sci. Technol. 2021,

19. Zhang, Q.; He, M.; Wang, J.; Guo, S.; Guo, Z.; Liu, X.; Hu, J.; Ma, Z.; Fan, L.; Guo, P. Instantaneous expansion with a single fracture: A new directional rock-breaking technology for roof cutting. Int. J. Rock Mech. Min. 2020

ЕВРОПЕЙСКИЯТ ПОДХОД КЪМ БЪДЕЩОТО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГОРНАТА 6 GHz РАДИОЧЕСТОТНА ЛЕНТА: ИЗБОР МЕЖДУ 6G МОБИЛНИ УСЛУГИ И СЛЕДВАЩО ПОКОЛЕНИЕ WI-FI

Теодора Пасарелска

Нов български университет, София, ул. Монтевидео №21,
tivanova@nbu.bg, 0885606699

***Анотация:** Тематиката на доклада е насочена към анализиране на стратегическия избор на Европейския съюз относно бъдещото регулаторно разпределение на горната 6 GHz радиочестотна лента (6425–7125 MHz) между мобилни 6G услуги и следващо поколение безжичен достъп, включително Wi-Fi 7 и бъдещи стандарти. Разглеждат се основните технически, икономически и политически фактори, които влияят върху решението – спектрална ефективност, интерференционни сценарии, потребност от капацитет в гъсти градски среди, както и значението на лицензиран и нелицензиран достъп за европейската цифрова свързаност. Оценяват се различните регулаторни модели и тяхното въздействие върху иновациите, конкурентоспособността и целите на ЕС за технологичен суверенитет. Целта е да се изведе балансирана перспектива за оптимално използване на диапазона в контекста на предстоящото внедряване на 6G и еволюцията на Wi-Fi технологиите.*

***Ключови думи:** Спектрална ефективност, Мобилни 6G услуги, Интелигентни Wi-Fi технологии.*

THE EUROPEAN APPROACH TO THE FUTURE USE OF THE UPPER 6 GHz BAND: CHOOSING BETWEEN 6G MOBILE SERVICES AND NEXT-GENERATION WI-FI

Teodora Pasarelska

New Bulgarian University, Department of Telecommunications

Abstract: *The topic of the report focuses on analyzing the strategic choice of the European Union regarding the future regulatory allocation of the upper 6 GHz band (6425–7125 MHz) between 6G mobile services and next-generation wireless access, including Wi-Fi 7 and future standards. The report examines the key technical, economic, and political factors influencing this decision—spectral efficiency, interference scenarios, capacity needs in dense urban environments, as well as the importance of licensed and unlicensed access for Europe’s digital connectivity. Various regulatory models and their impact on innovation, competitiveness, and the EU’s technological sovereignty objectives are assessed. The aim is to develop a balanced perspective for the optimal use of the band in the context of the upcoming deployment of 6G and the evolution of Wi-Fi technologies.*

Keywords: *Spectral efficiency, 6G mobile services, Intelligent Wi-Fi technologies.*

1. Въведение

Развитието на мобилните и безжичните комуникационни технологии изисква стратегическо планиране на радиочестотния спектър, който представлява ограничен и ценен ресурс. В тази връзка, разглежданата горна 6 GHz радиочестотна лента (6425–7125 MHz) придобива ключово значение за бъдещото развитие на мобилни мрежи от следващо поколение 6G и усъвършенствани Wi-Fi технологии в Европа.

Синергията между тези две технологични системи може да донесе значителни икономически, социални и технологични ползи, като същевременно поставя сериозни технически и регулаторни предизвикателства.

Настоящият доклад предлага систематичен анализ на изискванията на двете системи, стратегическите приоритети на Европейския съюз и възможните регулаторни подходи за оптимално използване на радиочестотния ресурс.

2. Технически анализ

2.1. Прецизирани изисквания на 6G

Мрежите от следващо поколение 6G се очаква да надградят възможностите на 5G, като предоставят значително по-високи скорости на трансфер на данни, минимална латентност и увеличен капацитет на

мрежата, особено в гъсто населени градски среди. Основните технически изисквания включват:

- Спектрална ефективност – необходимост от широки непрекъснати честотни блокове (300–1000 MHz) за осигуряване на пропускателна способност в порядъка на гигабити в секунда и до няколко терабита в секунда общ капацитет за операторите.

- Капацитет и плътност на устройствата – 6G мрежите трябва да поддържат значително по-висока плътност на устройствата на единица площ, като осигуряват надеждно обслужване при милиони свързани устройства на квадратен километър.

- Интерференционна устойчивост – при съвместното използване на 6G и новите Wi-Fi стандарти в горната 6 GHz радиочестотна лента е от съществено значение да се прилагат техники за ограничаване на ко-каналната и съседноканалната интерференция, включително beamforming, динамичен достъп до спектъра и интелигентно управление на радиочестотния ресурс.

- Поддръжка на нови услуги – 6G трябва да осигури капацитет за мултимедийни приложения с висока резолюция, виртуална и добавена реалност, автономни превозни средства и други приложения, изискващи ниска латентност и висока надеждност.

- Енергийна ефективност – с нарастването на използваните радиочестотни диапазони и скоростите на предаване, оптимизирането на енергийната консумация на мрежовото оборудване придобива съществено значение, както за операторите, така и за постигането на екологичните цели на Европейския съюз.

Изпълнението на тези изисквания зависи както от наличието на радиочестотен ресурс, така и от регулаторните решения за съвместното използване на горната 6 GHz лента с бъдещи Wi-Fi стандарти.

2.2. Технически възможности на Wi-Fi 7 и бъдещи версии

Стандартът Wi-Fi 7 (802.11be) въвежда редица нови функционалности, които значително подобряват производителността и ефективността на безжичните локални мрежи:

- Широки канали и Multi-Link Operation (MLO) - поддръжката на канали с ширина до 320 MHz и Multi-Link Operation увеличава реалната пропускателна способност и подобрява устойчивостта на връзката при висока плътност на потребителите.

- Подобрена спектрална ефективност - усъвършенствани модулации и техники като MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output) позволяват едновременно обслужване на множество устройства, като оптимизират използването на наличния спектър.

Тези характеристики правят Wi-Fi 7 ефективна алтернатива за локални среди с висока интензивност на трафика (офиси, домове, университети), където лицензираният модел не е икономически целесъобразен. Освен това, подобрената ефективност и капацитет на Wi-Fi 7 създават основа за бъдещи версии, които ще надградят производителността и съвместимостта с 6G мрежите.

2.3 Модели на интерференция и технически мерки

В контекста на съвместното използване на горната 6 GHz радиочестотна лента от 6G и бъдещи Wi-Fi стандарти, интерференцията представлява ключово техническо предизвикателство. Основните модели и подходи за ограничаване на интерференцията включват:

- Пряко спектрално взаимодействие - при съвпадение на честотни канали, съвместното използване без адекватна координация води до деградация на производителността и на 6G, и на Wi-Fi мрежите.

- Системи AFC (Automated Frequency Coordination) - системи за автоматично разпределяне на радиочестоти, които предоставят приоритет на чувствителни приемници, например сателитни наземни станции. Системата AFC намалява риска от интерференция, но изисква наличието на регистри и инфраструктура за управление на спектъра.

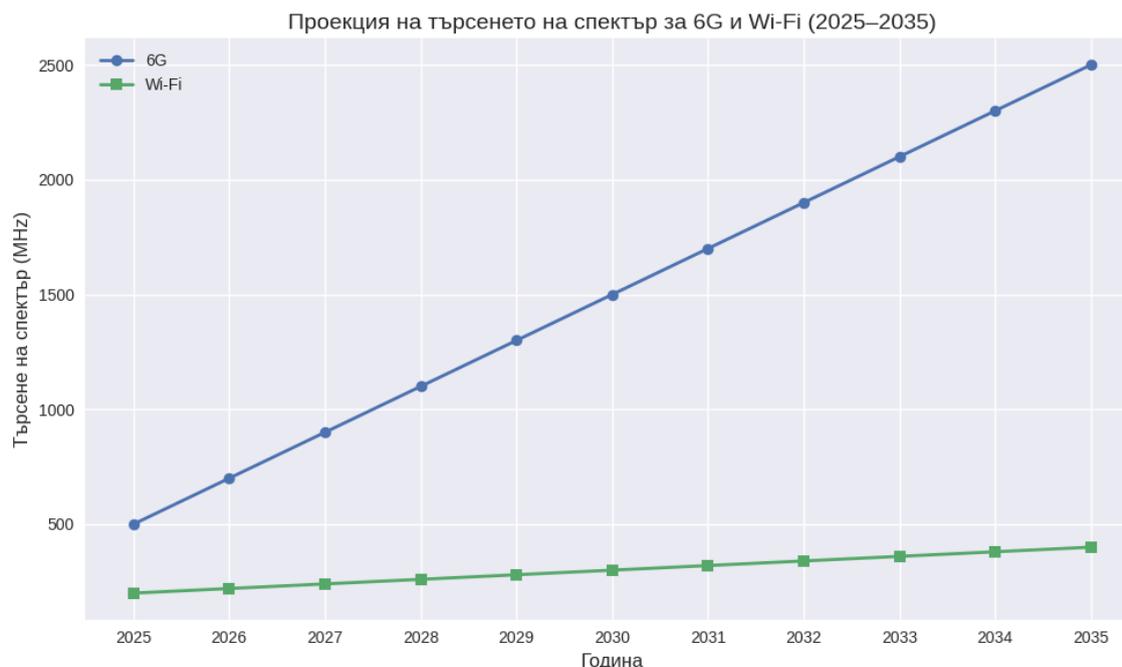
- Защита на уязвими услуги - необходимо е определяне на минимални нива на шум и маски за критични услуги, които гарантират тяхната надеждност и безопасност.

- Топологични фактори - гъсто населените градски райони увеличават вероятността от загуба на спектрална ефективност поради

множеството излъчвания и отражения, което изисква адаптивни техники за управление на ресурса.

На фигура 1 е представена проекция на търсенето на радиочестотен спектър за 6G и Wi-Fi, 2025–2035 г.

Година	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
6G (MHz)	500	700	900	1100	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500
Wi-Fi (MHz)	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400



Фигура 1. Проекция на търсенето на радиочестотен спектър за 6G и Wi-Fi, 2025–2035 г.

Графиката показва нарастването на спектралното търсене както за мобилни 6G услуги, така и за Wi-Fi технологии в горната 6 GHz радиочестотна лента в рамките на 2025–2035 г. Спектърът за 6G се очаква да нараства по-бързо, поради увеличаването на капацитетните и

латентностните изисквания, докато Wi-Fi поддържа стабилно, но постепенно увеличаващо се търсене.

3. Икономически анализ

3.1. Оценка на приходите и инвестициите

Съществуват два основни модела за управление на радиочестотния спектър, които имат различни икономически и технически последици.

Лицензираният модел (оператори) дава сигурност за възвръщаемост на инвестициите в мрежова инфраструктура и стимулира големи капиталови вложения. Разпределянето на блокове за 6G би позволило на операторите да планират мрежови амортизации и да осигурят качество на услугата QoS.

Нелицензираният модел (Wi-Fi и др.) насърчава нискотарифни решения, стартиращи предприятия и гъвкави бизнес модели. Осигуряването на адекватно разширяване на капацитета в публични среди като транспорт и масови събития представлява технически въпрос, който не може да бъде решен без допълнителна инфраструктура.

3.2. Макроикономически ефекти

Политиките за управление на радиочестотния спектър включват различни подходи, които имат стратегическо значение за технологичното и икономическото развитие.

Разширяването на нелицензирания спектър увеличава достъпа до нелицензирани радиочестотни обхвати, което ускорява внедряването на IoT технологии, развитието на умни градове и дигитални услуги. Това същевременно генерира значителен мултипликативен ефект върху икономическата активност и иновационната свързаност.

Резервирането на широки блокове за 6G осигурява необходимия спектър за мобилни 6G услуги, като подкрепя стратегическите индустриални политики и европейските доставчици. По този начин се укрепва технологичният суверенитет и се стимулира устойчивото дългосрочно индустриално развитие.

4. Политически и регулаторни механизми

4.1 Цели и приоритети на ЕС

Управлението на радиочестотния спектър е пряко свързано както със стратегическите цели на Европейския съюз, така и със социално-икономическите приоритети за достъпност и свързаност.

Технологичният суверенитет е насочен към намаляване на стратегическата зависимост от външни доставчици и технологии чрез насърчаване на местните иновационни системи и производствени капацитети. В този контекст запазването на определени спектрални ресурси за лицензирани услуги подпомага стабилното развитие на европейските вериги за стойност и укрепва конкурентоспособността на регионалните доставчици.

Социалната и икономическа свързаност изисква гарантиране на достъпни цифрови услуги за всички граждани чрез ниски потребителски разходи и широк териториален обхват. Този принцип подкрепя необходимостта от частично отворен нелицензиран достъп до спектъра, който може да подобри пазарната конкуренция, да намали бариерите за навлизане и да осигури по-ефективно и недискриминационно използване на радиочестотния ресурс.

4.2 Международни ефекти

Различните международни подходи към горната 6 GHz лента водят до потенциални предизвикателства за глобалната хардуерна индустрия и ефективността на пазара. Например, САЩ прилагат модел на пълен нелицензиран достъп, докато някои държави в Азия залагат предимно на лицензиран спектър.

Тази разнообразна практика увеличава риска от фрагментация на световните пазари за оборудване и намалява възможностите за икономии от мащаба.

В този контекст ЕС има възможност да избере модел, който балансира между глобална съвместимост и регионални приоритети, като същевременно защитава технологичния суверенитет и стимулира иновациите.

4.3 Регулаторни подходи

При разработването на стратегии за управление на радиочестотния спектър се разглеждат различни модели на достъп и споделяне, които имат специфични предимства и ограничения в зависимост от целите на политиката и техническите изисквания, както следва:

- Пълен нелицензиран достъп - максимална подкрепа за Wi-Fi и иновации на ниво крайни устройства. Предимствата включват ниска административна тежест и улеснено навлизане на нови участници на пазара. Недостатъците са потенциални ограничения на капацитета за мобилни услуги и риск за индустриални приложения, изискващи гарантирано качество на услугите - QoS.

- Пълен лицензиран достъп - подсилва ролята на мобилните оператори и индустриалните приложения. Приносът включва високи приходи от лицензи и стабилна защита на инвестициите, но съществуват рискове за конкуренцията и по-високи крайни цени за потребителите.

- Хибриден модел (препоръчван) - комбинира лицензирани и нелицензирани блокове спектър с въвеждане на AFC (Automated Frequency Coordination) и динамична координация. Този подход съчетава предимствата на двата модела, като осигурява както капацитет за мобилни услуги, така и иновации на крайни устройства, но изисква сложна техническа и регулаторна инфраструктура.

- Динамично/времево-географско споделяне - предлага гъвкав и технологично възможен модел на споделяне на спектъра в зависимост от времето и географското разположение. Подходът е изключително адаптивен, но неговата администрация е сложна и изисква висок степен на доверие между оператори и доставчици на услуги.

5. Оценка на сценарии - количествена и качествена сравнителна оценка

5.1 Методика

За извършване на сравнителната оценка се прилага многокритериен подход, като ключовите показатели включват:

- Иновации - подкрепа за стартиращи и малки предприятия;

- Инвестиции - привличане на средства от мобилни оператори;
- Достъп за потребители - степен на достъпност и покритие;
- Техническа сложност - необходимост от инфраструктурни и координационни ресурси;
- Риск от интерференция - вероятност от деградация на мрежовата производителност;
- Възможност за технологичен суверенитет - подкрепа за стратегическата независимост на ЕС.

Всяка метрика се оценява по скала „1-5”, където 1 означава ниска стойност, а 5 - висока. Резултатите са представени в **Таблица 1**.

Таблица 1.

Критерий / Модел	Пълен нелицензиран	Пълен лицензиран	Хибриден модел
Иновации (стартиращи/малки предприятия)	5	2	4
Инвестиции (оператори)	2	5	4
Достъп за потребители	5	2	4
Техническа сложност	1	3	4
Риск от интерференция	3	2	4
Възможност за технологичен суверенитет	2	5	4

Стойност 1 = ниско изпълнение по показателя; 5 = високо изпълнение.

Таблицата показва, че пълният нелицензиран модел е силен по иновации и потребителски достъп, но слабо по инвестиции и суверенитет.

Пълният лицензиран модел подсилва инвестиции и суверенитет, но ограничава иновациите и потребителския достъп.

Хибридният модел предлага баланс, но изисква по-сложна техническа координация.

5.2 Анализ и резултати

Пълният нелицензиран модел постига високи резултати по отношение на иновации и достъп за потребители, но има по-ниски стойности по инвестиции и технологичен суверенитет.

Пълният лицензиран модел максимизира инвестициите и укрепва технологичния суверенитет, но компрометира достъпа за потребители и ограничава иновациите на ниво крайни устройства.

Хибридният модел комбинира предимствата на двата подхода, осигурявайки балансирани резултати, но изисква задълбочена техническа координация за минимизиране на интерференцията и оптимално използване на спектралния ресурс.

6. Технически и оперативни препоръки за хибриден модел

6.1 Разпределение на спектъра

Като препоръка следва да се вземе в предвид горната 6 GHz лента (6425–7125 MHz) да бъде разделена на две основни области:

- **Лицензирани услуги (6G)** - един блок с ширина около 300–350 MHz, предназначен за мобилни 6G мрежи, с гарантиран капацитет и QoS за критични приложения и стратегически индустриални нужди.
- **Контролирано нелицензирано ползване** - останалата част от спектъра да бъде достъпна за Wi-Fi и други безжични технологии, с възможност за динамично прехвърляне на ресурси в зависимост от регионални и временни нужди, за оптимизиране на капацитета и минимизиране на интерференцията.

Този подход комбинира предимствата на лицензираните и нелицензираните модели, като осигурява гъвкавост, икономическа ефективност и поддръжка на технологичния суверенитет на ЕС.

6.2 Координация и AFC

Автоматизираната честотна координация (AFC) позволява автоматично управление на спектралните ресурси, като приоритет се дава на чувствителни приемници, например сателитни наземни станции.

Динамичната координация предполага съвместно управление на лицензираните и нелицензираните блокове, което изисква интегрирани

механизми за предотвратяване на ко-канална и съседноканална интерференция.

Гъвкавостта по региони и време се основава на динамичното разпределение на спектъра, което позволява адаптиране към натоварването и специфичните нужди на различни региони, като транспортни коридори или масови събития.

6.3 Оперативни препоръки

1) Поддържане на баланс между капацитет и достъпност, за да се осигурят услуги с високо качество за критични приложения и широк потребителски достъп.

2) Насърчаване на иновации на крайни устройства, чрез предоставяне на част от спектъра за нелицензирано използване.

3) Мониторинг и оценка на ефективността на разпределението, за да се оптимизира използването на спектралния ресурс и да се минимизират рисковете за интерференция.

В таблица 2 е представено препоръчано разпределение на горната 6 GHz лента.

Таблица 2.
Препоръчано разпределение на горната 6 GHz лента.

Област на спектъра	Ширина (MHz)	Предназначение	Основни приложения
Лицензирани услуги (6G)	300–350	Мобилни оператори	Критични приложения, индустриални услуги, висока QoS
Контролирано нелицензирано	Останалата част	Wi-Fi, други безжични технологии	Масови потребители, локални мрежи, иновации на крайни устройства

В таблица 3 са представени технически мерки за хибридният модел.

Таблица 3.
Технически мерки за хибридния модел.

Мярка	Цел / Функция	Забележки
AFC (Automated Frequency Coordination)	Автоматично разпределяне на радиочестоти, защита на чувствителни приемници	Необходим регистър и инфраструктура
Динамична координация	Минимизиране на ко-канална и съседноканална интерференция	Изисква сложен софтуер и мониторинг
Динамично разпределение по региони и време	Адаптация към натоварването и специфичните нужди	Полезно за транспорт, масови събития

В таблица 4 е представен баланс между капацитет и достъпност.

Таблица 4.
Баланс между капацитет и достъпност

Критерий	Лицензиран блок	Нелицензиран блок	Коментар
Капацитет	Висок	Среден	Лицензираният блок гарантира QoS
Достъп за потребители	Ограничен	Широк	Нелицензираният блок осигурява масов достъп
Иновации на крайни устройства	Среден	Висок	Нелицензираният блок стимулира разработка на нови технологии
Управление на интерференция	Лесно	Средно	AFC и динамична координация намаляват рисковете

7. Социални и регулаторни последици

7.1 Защита на потребителите

Необходимо е въвеждането на регулаторна политика, която гарантира равнопоставен достъп до цифрови услуги за всички крайни

потребители. Това включва интервенции за намаляване на цифровото неравенство и осигуряване на широк обхват и достъпни цени, независимо от географското разположение или социално-икономическата позиция на гражданите.

7.2 Пазарна конкуренция

Регулаторните мерки трябва да предотвратят консолидирането на доминиращи пазарни позиции, чрез комбинация от лицензиран достъп и осигуряване на равен достъп до критична инфраструктура. Това стимулира конкуренцията, насърчава иновациите и създава по-благоприятна среда за нови участници на пазара.

7.3 Правни и етични аспекти

Въвеждането на AFC и динамично споделяне на спектъра изисква ясни правни и етични рамки. Това включва:

- Регулиране на събирането, обработката и съхранението на данни;
- Осигуряване на прозрачност при използването на спектрални ресурси;
- Защита на чувствителна информация, включително параметри на устройствата и регистри на операторите.

Тези мерки са съществени за изграждане на доверие между доставчици, оператори и потребители, както и за ефективното и безопасно използване на горната 6 GHz лента.

8. Заключение

Бъдещото разпределение на горната 6 GHz радиочестотна лента (6425–7125 MHz) представлява стратегическо предизвикателство за Европейския съюз, което изисква балансиран подход между лицензираните мобилни услуги 6G и нелицензираните безжични технологии (Wi-Fi 7 и бъдещи стандарти). Анализът показва, че пълният лицензен или пълен нелицензиран модел сами по себе си не могат да осигурят оптималното съчетание между технологичен суверенитет, икономическа ефективност и достъпност за потребителите.

Хибридният модел се очертава като най-подходящото решение, тъй като позволява:

- гарантиране на капацитет и качество на услугите за критични индустриални приложения чрез лицензирани блокове;
- стимулиране на иновации и широк потребителски достъп чрез контролирано нелицензирано използване;
- ефективно управление на интерференцията чрез AFC и динамична координация;
- поддържане на технологичен суверенитет и конкурентоспособност на европейските доставчици.

От социална и регулаторна гледна точка, успешното прилагане на хибридният модел изисква:

- политики за равноправен достъп до цифрови услуги и намаляване на цифровото неравенство;
- регулации, които стимулират пазарна конкуренция и предотвратяват консолидиране на доминиращи позиции;
- ясни правни и етични рамки за защита на данни и прозрачност при използването на AFC и динамично споделяне.
- Ключовите технически препоръки включват:
 - Разпределение на спектъра на лицензирани и нелицензирани блокове, с възможност за динамично прехвърляне според натоварването;
 - Интеграция на AFC системи и механизми за динамична координация, за да се минимизира интерференцията;
 - Мониторинг и оценка на използването на спектъра, за да се оптимизира ефективността и да се осигури безопасност за всички потребители.

В тази връзка успешната стратегия на ЕС за горната 6 GHz лента трябва да съчетава техническа експертиза, регулаторна яснота и социална ангажираност, за да се постигне устойчива цифрова инфраструктура, която подкрепя както икономическия растеж, така и равния достъп до услуги за всички граждани. Хибридният модел предоставя рамка, която е гъвкава,

адаптивна и съвместима с глобалните тенденции, и същевременно укрепва европейския технологичен суверенитет.

References:

1. Radio Spectrum Policy Group. (2023). Progress report on 6G development. *European Commission*. Retrieved from https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/system/files/2023-06/RSPG23-025final-Progress_report-6G-development.pdf
2. GSMA. (2025). Mobile evolution: Spectrum for 6G. GSMA Spectrum Policy Trends Report. Retrieved from <https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/mobile-evolution-spectrum-for-6g/>
3. R. Pasarelski. Approaches and mechanisms for increasing capacity and internal building radio coverage of mobile cellular networks. *Yearbook Telecommunications 2022*, vol. 9, p61-68eISSN 2534-854X, DOI:<https://doi.org/10.33919/YTelecomm.22.9.6>
4. T. Pasarelska, R. Pasarelski. The key moment in the genesis of mobile cellular systems.control of radio links in universal mobile cellular systems *Yearbook Telecommunications 2022*, vol. 9, p. 69-77eISSN 2534-854X, DOI: <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.22.9>.
5. Y. Ivanova. Methods and means for researching microwave devices. *Publication of Union of Scientists in Bulgaria: International Journal on Information Technologies and Security (IJITS)*, Issue №4, (vol. 15), ISSN 1313-8251, pp. 3-14, 2023
6. R. Pasarelski, K. Angelov, K. Postagian, S. Sadinov, Implementation and Analysis of a Customized Encryption Algorithm in 5G Networks for Educational Purposes, 2023 4th International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems (CIEES), 23 – 25 November 2023, Plovdiv, Bulgaria, pp. 1-5, IEEE Xplore, Scopus, 2023
7. R. Pasarelski, P. Tsvetkov, K. Angelov, T. Pasarelska. Power Control Algorithms in 5G networks. 2024 XXXIV International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance (MMA), Sozopol, Bulgaria, pp. 1-5, doi: 10.1109/MMA62616.2024.10817632., 2024.

8. R. Pasarelski, G. Petrov, T. Pasarelska, K. Angelov. (2023). Neural Network Architecture to Predict Radio Wave Attenuation in a 5G Network. 1-5. 10.1109/TELECOM59629.2023.10409697.

9. Р. Пасарелски, Т. Пасарелска. Изследване на фемтоклетъчни технологии за мобилни клетъчни мрежи. Годишник Телекомуникации 2022, том 9, стр.53-59, Yearbook Telecommunications 2022, vol. 9, p. 53-59, eISSN 2534-854X, DOI: <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.22.9.5>

10. R. Pasarelski, K. Angelov. Interaction between the 4G - EPC core and the 5G RAN. Yearbook Telecommunications 2023, vol. 10, p. 59-66, eISSN 2534-854X, DOI: <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.23.10.6>

11. R. Pasarelski. Models for the optimization of radio signaling capabilities in 5G systems. Yearbook Telecommunications 2023, vol. 10, p. 49-57, eISSN 2534-854X, DOI: <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.23.10.6>

12. R. Pasarelski, T. Ivanova. Mechanisms for measuring output power and power spectral density of a transmitter in a WiMAX radio network. Science. Business. Society. 1.3, 15-17, 2016

13. A. Dobрева. Impact of new technologies and artificial intelligence in brand management. Yearbook Telecommunications 2024, vol. 11, p. 107-117, eISSN 2534-854X, DOI: <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.24.11.11> 107, 2024.

14. Цв. Симеонова. Особености на комуникационни услуги, изисквания и приложения при 6G. Годишник Телекомуникации 2021, том 8, стр. 23-33, eISSN 2534-854X, DOI: <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.21.8.3>, 2021

15. Р. Пасарелски. Нови 5G мобилни клетъчни системи. Изследване на взаимодействието между 4G-LTE и 5G системите: архитектура, мрежови функции, интерфейси и протоколи. ISBN: 978-619-233-282-2, изд. на Нов Български Университет, 2024

16. Т. Stefanova. Novite tehnologii – prilozhenia, profesii, umenia. Izd. "Askoni-Izdat", Sofia, 2024 g. ISBN 978-954-383-151-7, 2024

ОПТИМИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ НА СПЕКТЪРА ЗА 6G МРЕЖИ ЧРЕЗ ДИНАМИЧНО СПОДЕЛЯНЕ В СУБ-THZ И THZ ЧЕСТОТНИ ДИАПАЗОНИ

Теодора Пасарелска

Нов български университет, София, ул. Монтевидео №21,
tivanova@nbu.bg, 0885606699

Росен Пасарелски

Нов български университет, София, ул. Монтевидео №21,
rpsarelski@nbu.bg, 0883726699

***Анотация:** Докладът разглежда подходите за оптимизация и управление на радиочестотния спектър в бъдещите 6G мобилни мрежи, със специален фокус върху динамичното споделяне на ресурси в суб-THz и THz диапазоните. Анализират се ключови предизвикателства, свързани с високите загуби при разпространение, ограничената покривност и необходимостта от адаптивни механизми за алокация на радиочестотния спектър в реално време. Изследват се методи за когнитивно управление, машинно обучение и интелигентно формиране на лъча, които позволяват ефективно използване на наличния радиочестотен спектър и минимизиране на интерференцията. Целта е да се формулира интегрирана рамка за динамично споделяне на спектъра, която повишава капацитета, надеждността и енергийната ефективност на бъдещите 6G комуникационни системи.*

***Ключови думи:** Радиочестотен спектър, 6G комуникационни системи, суб-THz и THz диапазоните.*

OPTIMIZATION AND SPECTRUM MANAGEMENT FOR 6G NETWORKS THROUGH DYNAMIC SHARING IN SUB-THZ AND THZ FREQUENCY BANDS

Teodora Pasarelska

New Bulgarian University, Department of Telecommunications

Rosen Pasarelski

New Bulgarian University, Department of Telecommunications

Abstract: *The report examines approaches for the optimization and management of the radio frequency spectrum in future 6G mobile networks, with a particular focus on the dynamic sharing of resources in the sub-THz and THz frequency bands. It analyzes key challenges related to high propagation losses, limited coverage, and the need for adaptive mechanisms for real-time allocation of the radio frequency spectrum. Methods for cognitive management, machine learning, and intelligent beamforming are explored, enabling efficient use of the available radio spectrum and minimizing interference. The aim is to formulate an integrated framework for dynamic spectrum sharing that enhances the capacity, reliability, and energy efficiency of future 6G communication systems.*

Keywords: *Radio frequency spectrum, 6G communication systems, sub-THz and THz frequency bands*

1. Въведение

Мобилните комуникации от шесто поколение (6G) обещаваат ултра-високи скорости на трансфер на данни (>1 Tbps), ултра-ниска латентност (<0.1 ms) и масово свързване на устройства. Тези характеристики изискват достъп до нови честотни диапазони - суб-THz (100–300 GHz) и THz (0.3–10 THz), които предлагат значителен спектрален ресурс, но поставят редица технически предизвикателства:

- Високи загуби при разпространение – свободнопространствено затихване, атмосферна абсорбция.
- Ограничена покривност – нужда от малки клетки и точково насочено на радиосигнала (beamforming).
- Необходимост от адаптивни механизми – динамично управление на спектъра в реално време.

Целта на доклада е да се анализират техническите решения за оптимизация и управление на спектъра чрез динамично споделяне, интелигентни алгоритми и когнитивни радио системи, с акцент върху ефективност, капацитет и енергийна оптимизация.

2. Физически характеристики на суб-THz и THz спектъра

2.1. Атенюация и разпространение

Сигналите в суб-THz и THz честотни диапазони се характеризират с висока свободнопространствена загуба, която значително влияе върху покритието и надеждността на връзката.

- Атмосферни загуби – водната пара и кислородът причиняват абсорбция, особено над 0.3 THz.
- Разсейване и отражения – кратките дължини на вълната водят до силно разсейване от препятствия.

Загубата на сигнал може да се изрази чрез формулата:

$$PL(d) = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi df}{s} \right) \text{ [dB]} \quad (1)$$

Където:

PL(d) – загуба на сигнал на разстояние d в dB;

d – разстояние между предавателя и приемника (m);

f – честота на сигнала (Hz);

c – скорост на светлината ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$ $\times 10^8 \text{ m/s}$).

2.2. Модел на канал

Каналът в суб-THz и THz честотни диапазони се характеризира с високи загуби при разпространение, силно разсейване и ограничено покритие. Разбирането и моделирането на канала е от съществено значение за проектирането на ефективни 6G мрежи.

Техниките за компенсирание на загубите и повишаване на ефективността са:

- Техники MIMO и Massive MIMO – използването на многоканални антени (Multiple-Input Multiple-Output) и масивни антени (Massive MIMO) дава възможност за компенсирание на високите загуби при разпространение и значително увеличава капацитета и ефективността на мрежата. Тези техники осигуряват многопътно предаване и приемане на сигнали, което подобрява надеждността и качеството на връзката.

- Ултра широколентови канали – за работа в суб-THz и THz диапазоните се изискват широколентови антени и точково насочени лъчи,

които позволяват ефективно използване на широкия спектрален ресурс и минимизиране на интерференцията.

3. Традиционни методи за управление на спектъра

В досегашните мобилни мрежи управлението на радиочестотния спектър се извършва главно чрез традиционни подходи, които обаче се оказват недостатъчни за изискванията на бъдещите 6G мрежи, особено при работа в суб-THz и THz диапазоните:

- фиксирано разпределение на спектър – извършва се фиксирано разпределение на честотни ресурси между различни услуги и оператори. Този подход е прост и стабилен, но се оказва недостатъчно ефективен за THz честотни диапазони, където динамиката на трафика и високите загуби изискват гъвкаво управление.

- разделяне на ресурсите по време (TDM), по честота (FDM) и пространствено (SDM) – извършва се разделяне на ресурсите по време (TDM), честота (FDM) и пространствено (SDM). Тези техники позволяват споделяне на спектъра между множество потребители, но са ограничени в способността си да се адаптират към бързо променящите се условия на мрежата.

- Ограничена адаптивност – традиционните методи не осигуряват достатъчно динамичност за ефективно управление на спектъра в среда с променлив трафик и интерференция, което налага използването на по-умни и адаптивни подходи.

4. Динамично споделяне на спектъра

За да се преодолеят ограниченията на традиционните методи за управление на спектъра, в 6G мрежите се използва динамично споделяне на честотните ресурси. Този подход позволява адаптивно и ефективно използване на спектъра в реално време, като се вземат предвид текущите условия на трафика и интерференцията. Основни компоненти на динамичното споделяне са:

4.1. Когнитивни радио системи (Cognitive Radio Systems, CRS)

Системите CRS позволяват адаптивно използване на спектъра чрез:

- Измерване на спектъра (Spectrum Sensing - SS) – откриване на свободни честоти.
 - Динамичен достъп до спектъра (Dynamic Spectrum Access - DSA) – пренасочване на ресурси според натоварването.
- Алгоритми за измерване на спектъра:
- Детекция на енергия (Energy Detection - ED) – измерва енергията на сигнала.
 - Съответстващ филтър (Matched Filter - MF) – изисква предварителни знания за сигнала.
 - Циклостационарно откриване на характеристики (Cyclostationary Feature Detection - CFD) – използва циклични свойства на сигнала за откриване.

4.2. Машинно обучение и AI подходи

- Прогнозиране на натоварването – регресионни модели и времеви серии.
- Обучение с подсилване – динамична алокация на спектъра в реално време.
- Дълбоко обучение чрез формиране на лъча – оптимизация на насочеността на лъча за минимизиране на интерференцията.

4.3 Формиране на лъча

- Цифрово формиране на лъча – управление на всеки антенен елемент поотделно чрез отделни RF вериги. Позволява сложни многопотребителски стратегии (MU-MIMO) и висока прецизност при насочване на лъча, но има по-висока енергийна консумация и изисква повече хардуерни ресурси.
- Аналогово формиране на лъча – използва една RF верига за множество антени. Този подход намалява хардуерната сложност и консумацията на енергия, но предлага по-малка гъвкавост и ограничени възможности за обслужване на множество потребители едновременно.
- Хибридно формиране на лъча – комбинира цифрово и аналогово управление на лъчите, като осигурява компромис между сложност, енергийна ефективност и гъвкавост. Позволява насочване на лъчове към

множество потребители с по-ниска хардуерна сложност в сравнение с чисто цифровото beamforming.

Модел на MU-MIMO канал за THz:

$$y = HF_s + n \tag{2}$$

Където:

y – получен сигнал,

H – канална матрица,

F – beamforming матрица,

s – изходни данни,

n – шум.

Принцип на работа (MIMO/THz)

За MU-MIMO системи (многопотребителски MIMO) се използват насочени лъчи към всеки потребител, за да се увеличи капацитетът:

$$y_k = \mathbf{h}^T_k \mathbf{F}_s + n_k \tag{3}$$

Където:

y_k – сигнал на потребител;

\mathbf{h}_k – канален вектор към потребител;

F – матрица на beamforming;

s – сигнал за всички потребители;

n_k – шум.

5. Интегрирана рамка за управление на спектъра

Ефективното управление на спектъра в 6G мрежите изисква интегрирана рамка, която комбинира хардуерна архитектура, алгоритми за наблюдение и адаптация, както и оптимизационни методи за максимално използване на радиочестотните ресурси. Основните компоненти на тази рамка са:

- Архитектура на системата – включва базови станции, платформи за периферни изчисления и облачни AI алгоритми. Базовите станции служат за предаване и приемане на сигнала, докато устройствата за периферни изчисления осигуряват бърза обработка на данни в близост до потребителите, а облачните AI алгоритми анализират и оптимизират спектралните ресурси в мащаб на цялата мрежа.

- Мониторинг в реално време – непрекъснатото наблюдение на спектъра позволява динамична адаптация на ресурсите. Системата може да открива промени в натоварването или интерференцията и да пренасочва честотите към участъци с най-голяма нужда, което подобрява капацитета и надеждността на мрежата.

- Оптимизационни алгоритми – за ефективното разпределение на спектралните ресурси се използват различни методи, включително линейно и нелинейно програмиране, евристични алгоритми и метоевристични подходи като генетични алгоритми и оптимизация на рояка от частици (Particle Swarm Optimization). Тези алгоритми позволяват намирането на решения, които максимизират използването на спектъра, минимизират интерференцията и оптимизират енергийната ефективност на мрежата.

6. Капацитет, надеждност и енергийна ефективност

За оценка на ефективността на 6G мрежите в суб-THz и THz честотните диапазони се използват няколко ключови показатели:

- Пропускателна способност [Gbps/Tbps] – представлява общото количество данни, което може да бъде пренесено за единица време. Повисока пропускателна способност означава по-голям капацитет на мрежата и по-добро обслужване на потребителите.

- Спектрална ефективност [bits/s/Hz] – показва колко ефективно се използва наличният честотен спектър. Оптимизацията на спектъра чрез динамично споделяне и интелигентно beamforming увеличава спектралната ефективност, което позволява повече данни да се предават на същата честота.

- Латенция [ms] – времето за предаване на пакет данни от предавателя до приемника. Намаляването на латентността е критично за приложения като холографски комуникации, виртуална реалност и индустриален IoT.

- Енергийна ефективност [bits/Joule] – измерва колко бита данни се предават за единица консумирана енергия. Подобряването на

енергийната ефективност е от ключово значение за устойчивостта на мрежата и оперативните разходи.

При сравнителния анализ на статичното и динамично споделяне на спектъра се наблюдава, че динамичното управление и споделяне на спектралните ресурси позволява значително увеличение на капацитета с 30–50%, намалява латентността и подобрява енергийната ефективност спрямо традиционното статично разпределение на честоти. Това демонстрира, че интегрираните рамки за управление на спектъра и интелигентните алгоритми са ключови за постигане на оптимална производителност на 6G мрежите.

7. Анализ на различията между 5G и перспективите за 6G мрежи

С преминаването от 5G към 6G мрежи се очаква значително увеличаване на скоростта и качеството на комуникациите, благодарение на използването на THz и суб-THz честоти. Тези честотни диапазони предоставят ултра-висока скорост на трансфер на данни и позволяват внедряването на нови приложения като холографски комуникации и тактилен интернет, които изискват минимална латентност и висока надеждност.

7.1. Инфраструктурни предизвикателства

Приложението на THz и суб-THz честоти поставя редица технологични изисквания:

- Необходимост от малки клетки, за да се компенсират високите загуби при разпространение и ограничената покривност;
- Формиране на лъч или точност на насочване на лъча, за да се обезпечи оптимално покритие и минимизиране на интерференцията;
- Усъвършенствани антени с висока точност на фокуса за поддържане на качествена връзка на големи разстояния.

7.2. Масово IoT и AI интеграция

Мрежите от шесто поколение (6G) ще разчитат на масово свързване на устройства (IoT) и интеграция на AI алгоритми за динамично управление на спектъра, прогнозиране на натоварването и оптимизация на ресурсите в реално време. Това ще позволи ефективна поддръжка на хиляди

устройства на квадратен километър, като същевременно се гарантира висока скорост, надеждност и енергийна ефективност.

8. Заключение

В контекста на бъдещите 6G мрежи, динамичното споделяне на спектъра, когнитивните радио системи и AI-базираните алгоритми се явяват ключови технологии за постигане на висока ефективност и надеждност на комуникациите. Чрез тях се реализират следните предимства:

- Максимално използване на честотния спектър – интелигентните алгоритми позволяват оптимално разпределение на ресурси и адаптация към динамичните условия на натоварване.
- Повишаване на капацитета и надеждността – чрез насочване на лъчи и мултипотребителски MIMO решения се осигурява качествена връзка за множество устройства едновременно.
- Подобряване на енергийната ефективност – оптимизацията на предавателните и приемни вериги, заедно с интелигентното управление на спектъра, намалява енергопотреблението при предаване на данни.

Бъдещите изследвания трябва да се фокусират върху:

- Облачни (Cloud) AI решения за управление на спектъра в реално време, които да осигуряват бърза реакция на промените в натоварването и условията на канала.
- Оптимизация на MU-MIMO и формирането на лъча за постигане на максимален капацитет и минимизиране на интерференцията.
- Симулационни и прототипни модели за THz мрежи, които да позволят валидиране на теоретичните подходи и тестване на ефективността на предложените решения в реални условия.

References:

1. European Commission. (2020). Europe's Digital Decade: Digital Targets for 2030.
2. European Commission. (2021). Connectivity for a European Gigabit Society. COM(2020) 629 final.

3. European Commission. (2020). 5G Action Plan: Accelerating 5G Deployment in the EU.
4. European Commission. (2021). Research and Innovation in 6G Networks – Horizon Europe Work Programme 2021–2022.
5. European Commission. (2019). Radio Spectrum Policy Group (RSPG) Opinion on the Strategic Challenges for Spectrum Management for 5G and Beyond. RSPG19-032.
6. European Commission. (2022). Digital Europe Programme – Advanced Digital Technologies for 6G.
7. European Commission. (2021). Gigabit Infrastructure Act (GIA) – Proposal for Improving Broadband Infrastructure Deployment in the EU.
8. European Commission. (2020). Artificial Intelligence for 6G: Policy and Regulatory Guidelines.
9. ITU-R. (2021). Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2030 and Beyond. ITU-R Recommendation M.
10. J. Kennedy, & R. Eberhart. Particle Swarm Optimization. Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, pp. 1942–1948. IEEE., 1995.
11. J. Zhang, M. Xiao, Y. Ma, & K. B. Letaief. Artificial Intelligence in 6G Wireless Networks: Vision, Opportunities, and Challenges. IEEE, 34(5), 134–142., 2020
12. T. Pasarelska. Analysis of radio frequency spectrum planning and allocation for the deployment of new modern broadband networks and technologies. Yearbook Telecommunications. 10. 79-88. 10.33919/YTelecomm.23.10.8., 2024
13. R. Pasarelski, P. Tsvetkov, K. Angelov and T. Pasarelska. Power Control Algorithms in 5G networks. 2024 XXXIV International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance (MMA), Sozopol, Bulgaria, pp. 1-5, doi: 10.1109/MMA62616.2024.10817632., 2024.
14. R. Pasarelski, K. Angelov, K. Postagian, S. Sadinov. Implementation and Analysis of a Customized Encryption Algorithm in 5G Networks for Educational Purposes. 2023 4th International Conference on Communications,

Information, Electronic and Energy Systems (CIEES), 23 – 25 November 2023, Plovdiv, Bulgaria, pp. 1-5, IEEE Xplore, Scopus, 2023

15. Цв. Симеонова. Особенности на комуникационни услуги, изисквания и приложения при 6G. Годишник Телекомуникации 2021, том 8, стр. 23-33. eISSN 2534-854X, DOI: <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.21.8.3>, 2021

16. A. Dobрева. Impact of new technologies and artificial intelligence in brand management. Yearbook Telecommunications 2024, vol. 11, p. 107-117 eISSN 2534-854X, DOI: <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.24.11.11> 107, 2024.

17. Y. Ivanova. Methods and means for researching microwave devices. Publication of Union of Scientists in Bulgaria: International Journal on Information Technologies and Security (IJITS), Issue №4, (vol. 15), ISSN 1313-8251, pp. 3-14, 2023

18. P. Пасарелски. Нови 5G мобилни клетъчни системи. Изследване на взаимодействието между 4G-LTE и 5G системите: архитектура, мрежови функции, интерфейси и протоколи. ISBN: 978-619-233-282-2, изд. на Нов Български Университет, 2024

19. T. Stefanova. Novite tehnologii – prilozhenia, profesii, umenia. Izd. "Askoni-Izdat", Sofia, 2024 g. ISBN 978-954-383-151-7, 2024

РОЛЯТА НА GIGABIT INFRASTRUCTURE ACT (GIA) В УСКОРЯВАНЕТО НА 5G/6G СВЪРЗАНОСТТА В ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ

Теодора Пасарелска

Нов български университет, София, ул. Монтевидео №21,
tivanova@nbu.bg, 0885606699

Росен Пасарелски

Нов български университет, София, ул. Монтевидео №21,
rpsarelski@nbu.bg, 0883726699

***Анотация:** Докладът разглежда значението на Gigabit Infrastructure Act (GIA) като ключов регулаторен инструмент за ускоряване на внедряването на високоскоростни мрежи от пето и бъдещо шесто поколение в Европейския съюз. Анализира се ролята на GIA при хармонизиране на правилата за достъп до физическа инфраструктура чрез намаляване на административните бариери и оптимизиране на процедурите за изграждане на мрежи, включително улесняване на съвместното използване на съществуващи съоръжения. Разглеждат се очакваните ефекти върху инвестициите, оперативните разходи и темповете на разгръщане на 5G и 6G мрежи, както и ролята на акта за постигане на стратегическите цели на ЕС за цифрова трансформация и повсеместна гигабитова свързаност. Целта е да се очертае приносът на GIA за ускоряване на технологичното развитие и за създаване на по-конкурентна, устойчива и интегрирана дигитална инфраструктура в рамките на Съюза.*

***Ключови думи:** GIA, Стратегическите цели на ЕС, Разгръщане на 5G и 6G мрежи, Цифрова трансформация*

THE ROLE OF THE GIGABIT INFRASTRUCTURE ACT (GIA) IN ACCELERATING 5G/6G CONNECTIVITY IN THE EUROPEAN UNION

Teodora Pasarelska

New Bulgarian University, Department of Telecommunications

Rosen Pasarelski

New Bulgarian University, Department of Telecommunications
21 Montevideo Str., 1618 Sofia, 0883726699, e-mail: rpasarelski@nbu.bg

Abstract: *The report examines the significance of the Gigabit Infrastructure Act (GIA) as a key regulatory instrument for accelerating the deployment of high-speed fifth- and future sixth-generation networks in the European Union. It analyzes the role of the GIA in harmonizing rules for access to physical infrastructure by reducing administrative barriers and optimizing network deployment procedures, including facilitating the shared use of existing facilities. The report also considers the expected effects on investments, operational costs, and the pace of 5G and 6G network rollout, as well as the Act’s contribution to achieving the EU’s strategic objectives for digital transformation and ubiquitous gigabit connectivity. The aim is to outline the GIA’s contribution to accelerating technological development and creating a more competitive, sustainable, and integrated digital infrastructure within the Union.*

Keywords: *GIA, EU Strategic Objectives, 5G and 6G Network Deployment, Digital Transformation*

1. Въведение

1.1. Политически и технологичен контекст

Ускореното разгръщане на високоскоростни мрежи е стратегически приоритет на Европейския съюз, заложен в Digital Compass (2021) и Digital Decade Policy Programme 2030, които поставят цели за повсеместна гигабитова свързаност и пълно 5G покритие. Преминаването към 6G след 2030 г. също изисква значителни предварителни инфраструктурни инвестиции, главно в оптични решения, пасивни съоръжения и мрежови точки с висока плътност.

До приемането на Регламента на Европейския съюз, предложен от Европейската комисия през 2023 г., който има за цел да ускори разгръщането на високоскоростни електронни съобщителни мрежи, включително 5G и бъдещи 6G мрежи, в целия ЕС (Gigabit Infrastructure Act-GIA), държавите-членки прилагаха разнородни регулаторни режими. Директивата за намаляване на разходите за широколентови мрежи

(Broadband Cost Reduction Directive 2014/61/EU) не успя да създаде достатъчно унифицирана рамка, което доведе до значителни различия в административните срокове и достъпа до инфраструктура. На този фон Европейската комисия предлага GIA, с цел създаване на модерна, хармонизирана и ефективна регулаторна среда.

1.2. Методология на анализа

Методологията на анализа на Регламента за гигабитова инфраструктура (Gigabit Infrastructure Act - GIA) в настоящия доклад комбинира правен, технологичен и икономически подход, за да предостави цялостна оценка на въздействието на акта върху цифровата инфраструктура в Европейския съюз.

Нормативният анализ се фокусира върху прекия текст на регламента, като целта е да се идентифицират:

1) Основни задължения на операторите – достъп до инфраструктура, споделяне на ресурси, съвместно изграждане.

Съгласно GIA, операторите на електронни съобщителни мрежи имат задължението да:

- Изискват и използват достъп до съществуваща инфраструктура на трети страни (т.е. тръби, канали, стълбове, покриви и вътрешноградни инсталации).
- Осигуряват споделяне на ресурси с други оператори, когато това е възможно, за да се намалят разходите и времето за разгръщане на мрежите.
- Участва в съвместно изграждане на мрежи, като координират строителните дейности с други оператори и публични органи, за да се минимизира дублирането на инфраструктура и социално въздействие (например разкопаване на улици).

Целта е да се постигне ускоряване на разгръщането на високоскоростни мрежи (5G и 6G), оптимизация на разходите и ефективно използване на наличната инфраструктура.

2) Задължения на публичните органи – създаване на цифрови портали, фиксиране на срокове за разглеждане на заявления, предоставяне на информация за наличната инфраструктура.

Публичните органи (местни власти, национални регулатори) според GIA трябва да:

- Създадат цифрови портали („one-stop-shop”) за подаване на заявления за достъп до инфраструктура, с цел опростяване на административните процедури.
- Определят фиксирани срокове за разглеждане на заявления, така че операторите да получават бърз и предвидим отговор (обикновено 30 дни за преглед на заявки).
- Предоставят информация за наличната инфраструктура, като карта на съоръженията и възможности за съвместно използване.

С тези разпореди се постигат намаляване на бюрокрацията, ускоряване на процедурите и повишаване на прозрачността на процеса за изграждане на мрежи.

3) Права и механизми за решаване на спорове – процедурите за уреждане на конфликти между оператори и собственици на инфраструктура.

GIA осигурява механизми за защита на интересите на операторите и собствениците на инфраструктура, както следва:

- Процедури за уреждане на спорове, когато има конфликт относно достъпа до инфраструктура или условията за споделяне на ресурси.
- Възможност за намеса на национални регулатори, които могат да вземат решение по спорните точки и да осигурят спазване на принципа за недискриминационен достъп.
- Поддържане на право на обжалване пред националните органи или съдилища при неспазване на разпоредбите.

Целта е осигуряване на справедлив, недискриминационен и бърз процес за достъп до инфраструктура, без да се блокира разгръщането на мрежит

2. Преглед на европейски стратегически документи

Втората част на анализа включва систематичен преглед на ключови стратегически документи на ЕС, които поставят рамката за цифровата трансформация:

➤ Програмата за цифровото десетилетие 2030 (*Digital Decade Policy Programme 2030*) – определя целите на ЕС за пълна дигитална свързаност до 2030 г., включително покритие на населението с гигабитови мрежи и разгръщане на 5G/6G технологии.

Ключови приоритети:

- Осигуряване на гигабитова свързаност за всички домакинства и предприятия.
- Покритие с 5G за всички населени места и стратегически региони.
- Развитие на цифрови умения на гражданите и увеличаване на квалификацията на работната сила.
- Подобряване на цифровата инфраструктура и услуги, включително облачни технологии, киберсигурност и изкуствен интелект.

Фокусът е насочен към постигане на цифрова независимост, конкурентоспособност и устойчивост чрез интегрирана инфраструктура и иновации.

➤ Планът за действие за 5G (Action Plan 5G) и съобщения на Европейската комисия – осигуряват контекст за ролята на GIA в стимулирането на инвестиции и ускоряване на технологичното внедряване.

Ключови действия:

- Създаване на координирана рамка за инвестиции в 5G инфраструктура.
- Хармонизация на правила за разпределение на спектъра между държавите членки.
- Насърчаване на иновациите и внедряването на 5G услуги в индустрията и общественения сектор.
- Обезпечаване на достъпност, качество и равномерно покритие за граждани и бизнеси.

Основният приоритет е към интегриране на 5G в стратегически сектори като транспорт, енергетика, здравеопазване и индустрия, за стимулиране на икономическия растеж и цифровата конкурентоспособност на ЕС.

3. Сравнителен анализ на регулаторни режими

Третият подход включва сравнение на правните режими преди и след GIA:

➤ Директива за намаляване на разходите за широколентов достъп (Broadband Cost Reduction Directive - BCRD, 2014/61/EC) – анализ на правилата за достъп до инфраструктура, административните срокове и процедурите за съвместно строителство.

➤ Регламента за гигабитова инфраструктура (GIA) – идентифициране на нововъведенията, включително фиксирани срокове, цифрови портали, стандартизация за малки клетки и оптични линии.

В таблица 1 е представен сравнителен анализ на BCRD (2014/61/EC) и GIA.

Таблица 1.
Сравнителен анализ: BCRD (2014/61/EC) и GIA

Аспект	BCRD (2014/61/EC)	GIA (Gigabit Infrastructure Act, 2023/XX)
Достъп до инфраструктура	Директивата гарантира, че операторите имат право на достъп до тръби, канали и стълбове на трети страни, но позволява различна интерпретация и условия на национално ниво.	Регламентът въвежда задължителен и недискриминационен достъп до инфраструктура на територията на ЕС, с ясни критерии и задължения за собствениците на инфраструктура.
Административни срокове	Държавите членки определят срокове за разглеждане на заявления (обикновено между 60–90 дни).	Въвежда фиксирани срокове (например 30 дни) за обработка на заявления, което ускорява процедурите и прави процеса предвидим.
Процедури за	Насърчава координация	Създава цифрови портали (one-

съвместно строителство	между оператори, но без задължителни стандарти и без цифрови портали.	stop-shop) за координиране на съвместно строителство и стандартизация на малки клетки, оптични линии и вътрешноградни инсталации.
Нововъведения и хармонизация	Основната цел е намаляване на разходите за изграждане на широколентови мрежи чрез достъп до инфраструктура и координирани строителни дейности.	Хармонизация на правилата в целия ЕС, стандартизация на технологичните решения и ускоряване на разгръщането на 5G и подготовка за 6G.

Съгласно сравнителният анализ BCRD поставя основата за съвместно използване на инфраструктура и намаляване на разходите, но оставя значителна свобода на държавите-членки и вариабилност в сроковете и процедурите.

Регламентът GIA надгражда BCRD, като въвежда еднакви и задължителни правила за целия ЕС, цифрови инструменти за координация, фиксирани срокове и стандартизация, което ускорява разгръщането на високоскоростни мрежи (5G и 6G) и повишава ефективността на инвестициите.

4. Тематичен анализ на технологичното въздействие

Тематичният анализ се фокусира върху влиянието на Регламентът GIA върху внедряването на високоскоростни мобилни технологии, включително 5G и бъдещите 6G мрежи. Основните аспекти са следните:

- Ключови елементи на инфраструктурата - анализът разглежда малки клетки, оптични трасета и вътрешноградни решения, които са критични за осигуряване на надеждна и високоскоростна свързаност.
- Тези компоненти позволяват по-гъста мрежова архитектура и поддържат изискванията за ниска латентност и висока пропускателна способност.

- Улесняване на изграждането на мрежи - GIA въвежда механизми за съвместно използване на инфраструктура и цифрови портали за административни процедури.
- Това значително намалява времето за монтаж, елиминира дублирането на строителни дейности и осигурява по-ефективно използване на съществуващата инфраструктура.
- Въздействие върху качеството и покритието - Законът позволява по-равномерно покритие на населението, включително отдалечени и селски райони, чрез оптимизация на ресурсите.
- Улеснява предоставянето на по-високо качество на услугите, като гарантира достъпност, скорост и надеждност на мрежите.

Прилагането на GIA оказва пряк ефект върху ускоряване на технологичното внедряване, подобрява ефективността на инфраструктурните разходи и подпомага постигането на стратегическите цели на ЕС за високоскоростна и интегрирана цифрова свързаност. В таблица 2 е представено влиянието на GIA върху разгръщането на 5G/6G мрежи.

Таблица 2.
Влияние на GIA върху разгръщането на 5G/6G мрежи

Ниво / Елемент	Описание	Ефект върху 5G/6G
Регламент GIA	Законодателният инструмент на ЕС за хармонизиране на достъпа до инфраструктура и ускоряване на мрежовото изграждане	Осигурява правна рамка, стандартизация и цифрови инструменти за координация
Инфраструктурни елементи	Малки клетки, оптични трасета, вътрешноградни решения	Критични компоненти за високоскоростна и нисколатентна мрежова архитектура
Съвместно използване на инфраструктура	Достъп до тръби и стълбове, координирано строителство, цифрови портали за заявления	Намалява дублирането на строителни дейности, улеснява достъпа и координацията
Ефективност и	По-малко време за монтаж, по-	Намалява разходите,

оптимизация на разходите	ефективно използване на съществуваща инфраструктура	ускорява изграждането на мрежи
Качество на услугите и покритие	По-висока скорост и надеждност, равномерно покритие, достъпност за отдалечени райони	Подобрява крайната услуга за потребителите, осигурява равномерна и качествена свързаност

Табличният анализ показва логическата последователност от законодателния акт през инфраструктура, координация, ефективност до резултат за крайния потребител.

5. Икономически анализ и оценка на въздействието

Икономическият анализ показва, че GIA значително намалява разходите за изграждане на мрежи и ускорява разгръщането на високоскоростни 5G и 6G инфраструктури. Регламентът повишава пазарната ефективност и конкуренцията, като същевременно допринася за постигането на стратегическите цифрови цели на ЕС за десетилетието.

5.1. Икономически и социални ефекти

Въвеждането на GIA създава условия за по-динамична, повишена и устойчива конкурентна среда в сектора на електронните съобщения. Намалените разходи за изграждане на мрежи и ускореното внедряване на високоскоростни 5G и 6G инфраструктури позволяват на повече участници да навлязат на пазара и да предлагат иновативни услуги.

Унифицираната рамка създава по-благоприятни пазарни условия, което насърчава:

- появата на нови оператори;
- развитието на модели „неутрални хостове”;
- ускоряване на частните инвестиции.

5.2. Цифрово приобщаване

GIA подпомага целите на ЕС за намаляване на цифровото разделение чрез:

- стимулиране на оптични мрежи в селски райони;
- по-достъпни условия за изграждане;
- по-ниски разходи за свързаност в дългосрочен план.

5.3. Индустириални ефекти

Системите 5G и 6G са определени като ключови за:

- автономен транспорт;
- индустрия 4.0;
- енергийна трансформация;
- телемедицина;
- интелигентни градове.

6. Основни предизвикателства при прилагането

6.1. Административен капацитет

За да бъде ефективно приложен GIА, държавите-членки трябва да изградят достатъчен административен капацитет. Това включва:

- Модернизация на дигиталните системи - необходими са интегрирани платформи за управление на разрешителни, достъп до инфраструктура и обмен на данни между институции.
- Управление на данни - въвеждане на стандартизирани формати и протоколи за събиране, съхранение и споделяне на информация, което ще намали бюрократичните пречки.
- Местни регулации - хармонизиране на националните и регионалните правила с европейските изисквания, за да се избегнат различия, които могат да забавят внедряването.
- Капацитет на институциите - обучение на служители и изграждане на експертни звена, които да осигурят бързо и прозрачно администриране.

6.2. Спорове между оператори и собственици

Прилагането на GIА предполага засилен диалог между телекомуникационните оператори и собствениците на инфраструктура. Възможни са:

- Правни спорове за „справедливи” цени - определянето на ценови модели за достъп до инфраструктура може да доведе до конфликти, особено при различни пазарни условия.

- Мотивирани отказани за достъп - собствениците могат да се позовават на технически или икономически причини, което ще изисква ясни механизми за арбитраж.
- Техническа съвместимост - различия в стандартите и технологиите могат да затруднят интеграцията и да наложат допълнителни инвестиции.

6.3. Финансови ограничения

Разгръщането на гигабитова инфраструктура е капиталоемко и изисква съчетаване на различни финансови източници:

- Публична подкрепа - държавите-членки трябва да осигурят стимули и субсидии, особено за региони с ниска икономическа привлекателност.
- Частни инвестиции - привличането на телекомуникационни компании и фондове е ключово за устойчивостта на процеса.
- Съгласуване с европейски фондове - ефективното използване на инструменти като *Connecting Europe Facility* и *Recovery and Resilience Facility (RRF)* ще бъде ключово за финансиране на проекти.
- Рискове от неравномерно финансиране - ако средствата се концентрират в икономически по-развитите региони, може да се задълбочи дигиталното разделение.
- Необходимост от дългосрочни стратегии - освен първоначалното финансиране, трябва да се предвидят механизми за поддръжка и обновяване на инфраструктурата.

7. Заключение

Регламентът - GIA представлява съществен момент в развитието на европейската политика за електронни съобщения. Чрез модернизирани на регулаторната среда, GIA ускорява разгръщането на 5G, създава фундаментална инфраструктура за бъдещите 6G технологии и насърчава конкурентоспособността и цифровата автономия на Европейския съюз. Законодателната рамка укрепва европейския дигитален суверенитет, подобрява инвестиционната предвидимост и ускорява изграждането на интегрирана, устойчива и високоефективна цифрова инфраструктура.

References:

1. European Commission (2023). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the Gigabit Infrastructure Act.
2. European Commission (2021). 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade.
3. Regulation (EU) 2022/2480 on the Digital Decade Policy Programme 2030.
4. European Commission (2020). 5G Toolbox for Cybersecurity.
5. Commission Implementing Regulation (EU) 2020/1070 on small-area wireless access points.
6. Directive 2014/61/EU on measures to reduce the cost of deploying high-speed electronic communications networks.
7. European Commission (2023). Impact Assessment on the Gigabit Infrastructure Act.
8. European Court of Auditors (2023). Special Report on 5G deployment in the EU.
9. European Parliament (2022). Connectivity and Digital Infrastructure in the EU Market.
10. T. Pasarelska. Analysis of radio frequency spectrum planning and allocation for the deployment of new modern broadband networks and technologies. Yearbook Telecommunications. 10. 79-88. 10.33919/YTelecomm.23.10.8., 2024
11. T. Stefanova. Novite tehnologii – prilozhenia, profesii, umenia. Izd. "Askoni-Izdat", Sofia, 2024 g. ISBN 978-954-383-151-7, 2024
12. P. Пасарелски. Нови 5G мобилни клетъчни системи. Изследване на взаимодействието между 4G-LTE и 5G системите: архитектура, мрежови функции, интерфейси и протоколи". ISBN: 978-619-233-282-2, изд. на Нов Български Университет, 2024
13. А. Добрева. Защита на личните данни при предоставяне на електронни съобщителни услуги, Годишник Телекомуникации, том 9, стр. 97–105, <https://doi.org/10.33919/YTelecomm.22.9.10>, 2022

ВЪЗДЕЙСТВИЯ ОТ ВНЕДРЯВАНЕТО НА ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ

Тереза Стефанова

Нов български университет, Департамент „Телекомуникации”
email: tstefanova@nbu.bg, тел.: 028110639

Анотация: *Изкуственият интелект има потенциала да доведе до множество положителни промени в обществото. Внедряването на изкуствения интелект постепенно се отразява на всички индустрии, а едновременно с това и върху работните места.*

Целта на статията е да представят някои от по-важните въздействия, породени от внедряването на изкуствения интелект. Разгледано е влиянието на изкуствения интелект върху заетостта - позиции в риск от автоматизация с изкуствен интелект в САЩ и еврозоната, както и необходимостта служителите да бъдат преквалифицирани. Показани са възгледите на някои държави за въздействието на изкуствения интелект върху обществото през следващите десетилетия.

Ключови думи: *Изкуствен интелект; внедряване на AI в индустрии; въздействие на AI върху заетостта.*

IMPACTS OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IMPLEMENTATION

Tereza Stefanova

New Bulgarian University, Telecommunications Department
email: tstefanova@nbu.bg, сл. тел.:028110639

Abstract: *Artificial intelligence has the potential to bring about many positive changes in society. The artificial intelligence implementation is gradually affecting all industries, and at the same time, jobs.*

The aim of the article is to present some of the more important impacts caused by the artificial intelligence implementation. The impact of artificial intelligence on employment is examined - positions at risk of automation with artificial intelligence in the USA and the

Eurozone, as well as the need for employees to be retrained. The views of some countries on the impact of artificial intelligence on society in the coming decades are shown.

Keywords: *Artificial Intelligence; AI implementation in industries; impact of AI on employment.*

Въведение

Изкуственият интелект има потенциала да бъде сред най-революционните технологии, дали отражение на световните икономики. Изкуственият интелект оказва дълбоко въздействие върху индустриите, което ще предизвика допълнителна глобална икономическа активност. Това би довело до увеличение на БВП. Нарастването ще дойде главно от заместването на труда с автоматизация и увеличените иновации в продуктите и услугите. Ако бъде постигнато, това въздействие би било сравнимо с тези на други значими технологии в историята.

Целта на статията е да се представят някои от по-важните въздействия, породени от внедряването на изкуствения интелект. Разгледано е влиянието на изкуствения интелект върху заетостта - позиции в риск от автоматизация с изкуствен интелект в САЩ и еврозоната, както и необходимостта служителите да бъдат преквалифицирани. Показани са възгледите на някои държави за въздействието на изкуствения интелект върху обществото през следващите десетилетия.

1. Дял от компаниите, използващи технология за изкуствен интелект.

Според глобално проучване на McKinsey & Company чрез AI Index [9; 10] сред компании в целия свят е определен дялът на компаниите използващи AI технология в поне една бизнес функция (напр. машинно обучение, компютърно зрение или обработка на естествен език).

Проучването е направено през периода 2021 – 2024 г. сред участници, представляващи пълния обхват от региони, индустрии, компании с различни функционалности, размери и видове собственост. Регионалните групи са дефинирани от McKinsey & Company, които класифицират държавите в специфични категории: Всички географски

региони, Европа, Северна Америка, Азиатско-тихоокеански регион, Голям Китай и развиващите се пазари. Групата „Развиващи се пазари” включва страни като Индия, Латинска Америка и Близкия изток и Северна Африка (MENA – Middle East and North Africa). Групата „Голям Китай” включва Хонконг и Тайван.

Данните за използването на изкуствен интелект от компаниите в тези региони за 2021 и 2024 г. са показани в Таблица 1. Най-голям дял компании, използващи AI технология през 2024 г. има в Северна Америка (82%), в Европа са 80%, а най-малко са в Азиатско-тихоокеанския регион (72%). За периода от 2021 до 2024 г. най-голямо относително нарастване на използването на изкуствен интелект в компаниите отбелязва Европа (+57%), както и Северна Америка (49%), а най-слабо – отново в Азиатско-тихоокеанския регион (+13%).

Таблица 1.
Дял на компаниите, използващи технология за изкуствен интелект за 2021 и 2024 г.

Регион	2021 г.	2024 г.	Абсолютна промяна	Относителна промяна
Всички географски региони	56%	78%	+22%	+39%
Европа	51%	80%	+29%	+57%
Северна Америка	55%	82%	+27%	+49%
Азиатско-тихоокеански регион	64%	72%	+8%	+13%
Голям Китай	61%	75%	+14%	+23%
Развиващи се пазари	52%	77%	+25%	+48%

Източник: McKinsey & Company чрез AI Index Report (2025) [10]

На фиг. 1 е показано изменението на дела компаниите, използващи AI технология за същите региони за периода от 2021 до 2024 г.



Фиг. 1. Дял на компаниите, използващи технология за изкуствен интелект за 2021 - 2024 г.

Източник: McKinsey & Company чрез AI Index Report (2025) [10]

2. Степен на внедряване на изкуствен интелект в бизниси за разработка на продукти по света през 2022 г. и 2025 г.

С проучване на изследователска компания Insider Intelligence се установява тенденцията за внедряване на изкуствен интелект в различни бизниси за разработка на продукти [4]. В проучването са участвали лица, заемащи висши технологични позиции от целия свят. През 2022 г. внедряването на изкуствен интелект все още е било ограничено, за което съобщават 42% от компаниите (фиг. 2). Очаква се през периода от 2022 г. до 2025 г. изкуственият интелект вече да е широко разпространен и внедряването му в производствените дейности да се удвои спрямо 2022 г. – от 23% до 46% през 2025 г.



Фиг. 2. Степен на внедряване на изкуствен интелект в бизнеса за разработване на продукти по света през 2022 г. и 2025 г.

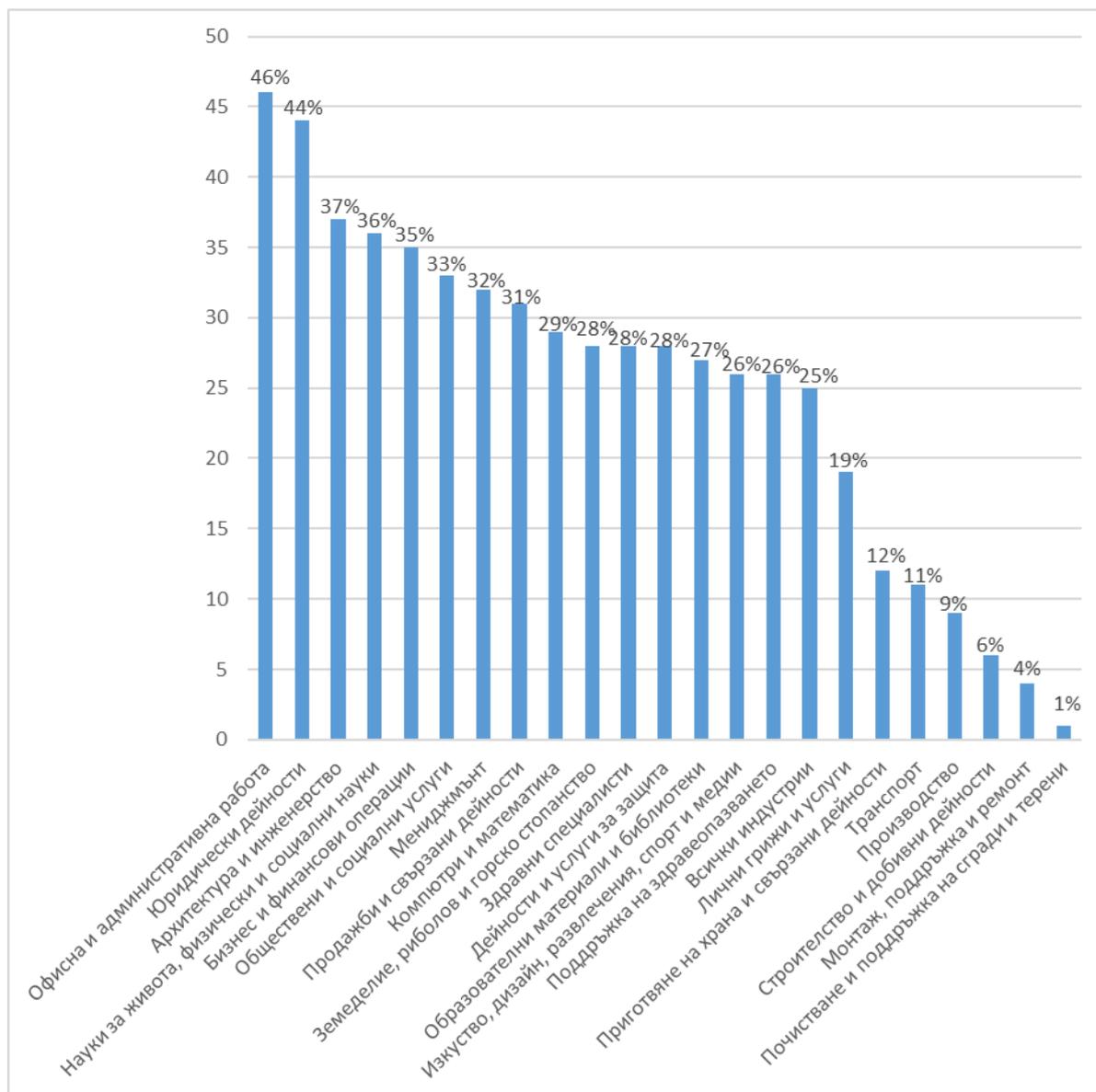
Източник: Insider Intelligence чрез Statista [4]

3. Въздействие на изкуствения интелект върху заетостта

3.1. Позиции в риск от автоматизация с изкуствен интелект в САЩ.

Изкуственият интелект промени естеството на работата и работните места. Възможностите и използването на дроне и роботи за автоматизиране на специфични задачи и работни места продължават да нарастват. Пазарите се стремят да осигурят повече автономия на своите машини, което им позволява да станат по-ефективни. През следващите години с помощта на изкуствения интелект може да се автоматизират почти 10% от дейностите в икономиката на САЩ [7]. Заетостта в редица индустрии е изложена на риск от автоматизация от изкуствен интелект. Най-голяма е вероятността за автоматизация на позиции, в които преобладават повтарящи се и детайлни дейности. Такива са работата в офис, административната и юридическата работа, при които вероятността

е около 50% (фиг. 3). Най-малко вероятно да бъдат автоматизирани от изкуствен интелект (под 10%), са позиции, в които се изисква специфична оперативна работа, настройка и инсталиране на машини, както и такива, свързани със строителство, монтаж, поддръжка и ремонт.

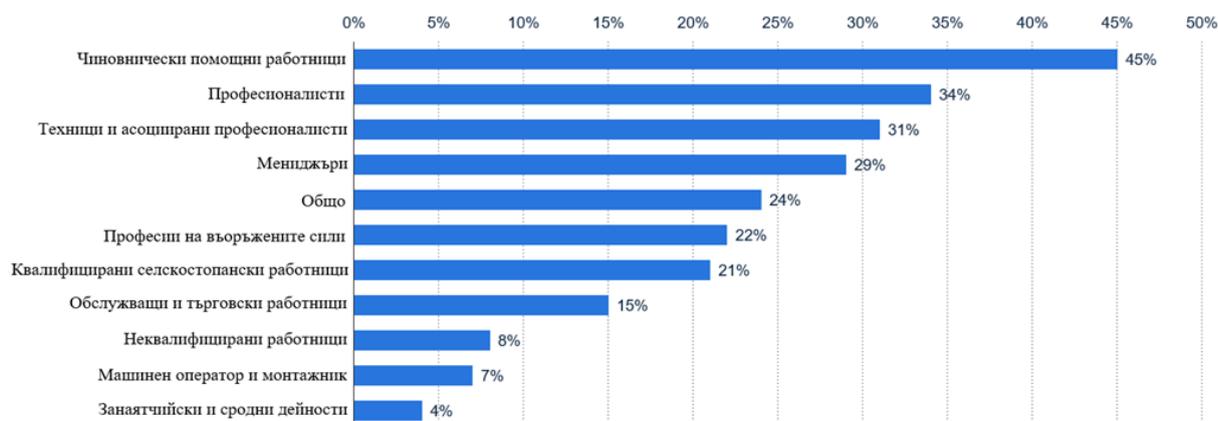


Фиг. 3. Позиции в риск от автоматизация с изкуствен интелект в САЩ през 2023 г., по отрасли

Източник: Goldman Sachs чрез Statista [7]

3.2. Позиции в риск от автоматизация с изкуствен интелект в еврозоната.

Сходни са тенденциите и в еврозоната, където с най-голям риск да бъдат автоматизирани от изкуствен интелект са позициите на административни помощни работници (45%). С най-малка вероятност за автоматизация е работата на машинните оператори, монтажниците и занаятчиите (фиг. 4), [6].



Фиг. 4. Позиции в риск от автоматизация с изкуствен интелект в еврозоната през 2023 г., по отрасли

Източник: Goldman Sachs [6]

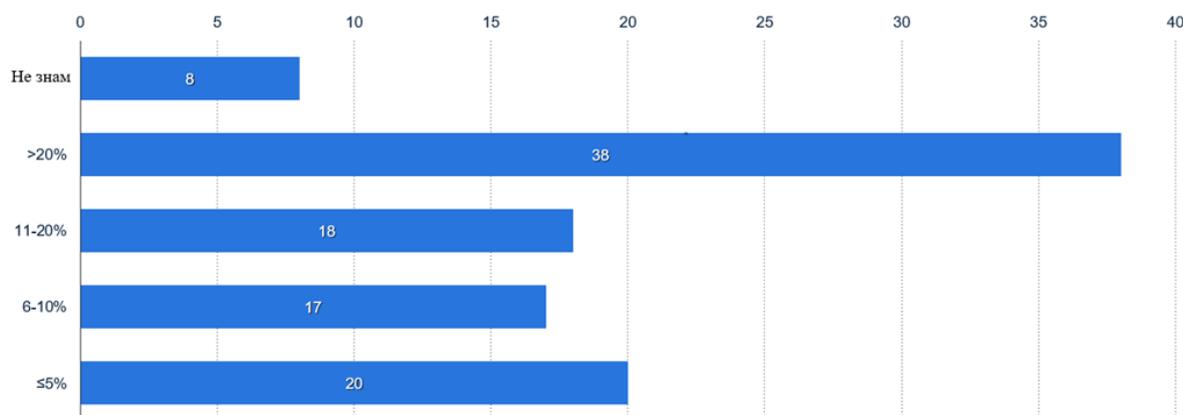
3.3. Въздействие от приемането на изкуствен интелект върху необходимостта служителите да бъдат преквалифицирани в световен мащаб.

Работниците и служителите, чиито работни места са засегнати от въздействието на изкуствения интелект могат да се преквалифицират и да повишават уменията си.

През 2023 г. очакванията на организациите са били увеличеното приемане на изкуствен интелект да принуди около 38% от служителите да се преквалифицират (фиг. 5) [5]. Общо 73% очакват известно ниво на преквалификация на служителите – някои в по-малка (над 6%), а други в по-голяма степен (над 20 %).

В световен мащаб вече има действащи програми, които могат да помогнат на служителите да идентифицират най-подходящите за тях кариерни пътеки, да се преквалифицират и да повишат своите уменията по целенасочен начин, за да намерят следващата работа.

Въздействието на изкуствения интелект постепенно ще се отрази на всички спектри от работни места. Не само инженери, ICT специалисти и учени, а и творци, писатели, адвокати, консултанти, всички ще трябва да работят по различен начин, защото части от техните работни места ще бъдат засегнати от AI.



Фиг. 5. Въздействие на приемането на изкуствен интелект върху необходимостта служителите да бъдат преквалифицирани в световен мащаб през 2023 г.

Източник: McKinsey & Company чрез Statista [5]

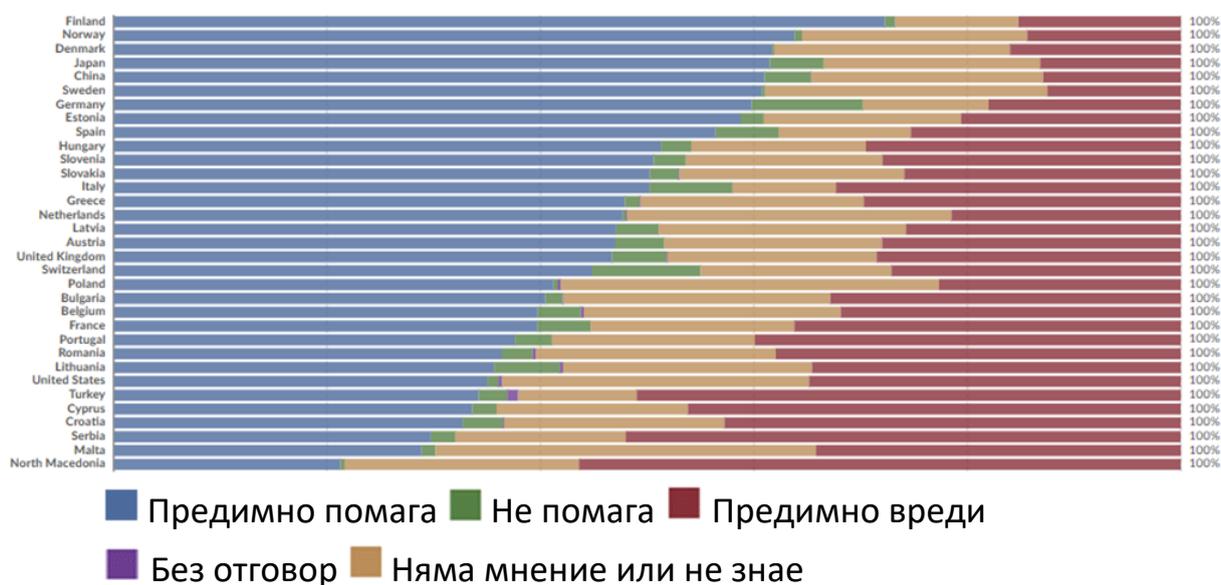
4. Възгледи за въздействието на изкуствен интелект върху обществото през следващите 20 години

Във връзка с въздействието на изкуствен интелект върху обществото през следващите десетилетия е направено проучване в държави от целия свят. На анкетираните в проучването е зададен въпроса „Изкуственият интелект ще помогне ли или ще навреди на хората през следващите 20 години?”. В него са участвали общо 120 000–130 000 души в световен мащаб на възраст над 15 години, и на тях е задаван този въпрос през всяка

година от проучването – 2019 - 2021 г., като за повечето държави респондентите са национално представителна извадка от около 1000 човека [8].

На фиг. 6 е показана диаграма на отговорите на САЩ, Япония, Китай и 30 държави от Европа. Най-голяма увереност, че AI „Предимно помага” имат жителите на Финландия – 72%, висок процент на този отговор има и в Норвегия (64%), Дания (62%), Швеция, Япония и Китай по 61%, и Германия (60%). На противоположно мнение са Северна Македония и Сърбия, които смятат, че AI „Предимно вреди”, съответните проценти са 56% и 51%. В България 40% от анкетираните са на мнение, че AI ще помага на хората в бъдеще, а 33% очакват да навреди. В САЩ нямат категорично мнение за въздействието на AI, отговорите Помага/Вреди са еднакъв процент - 35%. Почти същите са резултатите в Турция: AI Помага/ AI Вреди са 34%/33%.

Като резултат от проучването може да се обобщи, че страните от Северна Европа, Япония и Китай са оптимистично настроени за положително въздействие на AI върху техния живот.



Фиг. 6. Възгледи за въздействието на изкуствения интелект върху обществото през следващите 20 години

Източник: Lloyd's Register Foundation (2022) чрез Our World in Data [11]

В обществото има ограничено познание за възможностите на изкуствения интелект. Погрешните схващания и погрешни тълкувания на способностите и ограниченията на AI се умножават, възпрепятствайки неговото отговорно използване и популяризиране. Необходимо е да се разработят и приложат ефективни мерки, като създаване на образователни програми за информиране на обществеността, за да се гарантира разбирането на обществото за концепциите на изкуствения интелект, случаите на употреба и потенциалните ефекти.

Заключение

През последните години организациите все по-често използват или обмислят използването на приложения с AI. Според доклад на глобалния институт McKinsey, до 2030 г. около 70% от компаниите ще са внедрили поне един вид технология с AI в своите бизнеси.

Внедряването на AI постепенно се отразява на всички индустрии, а едновременно с това и върху работните места. Изкуственият интелект въздейства върху работата, като променя работните роли и вероятно ще създаде повече работни места, отколкото ще замести.

Позициите, които се занимават с прости, лесни за автоматизиране и ясни процеси, са най-оптимални да бъдат автоматизирани. Офисната и административната поддръжка, правните специалности следват ясно определени последователности при работа и всяка задача или проект не се различават съществено.

Професиите, при които е необходим човешки фактор, когато става въпрос за обучение, лечение, разглеждане на различни аспекти на даден процес и вземане на окончателно решение, са сред най-малко вероятните да бъдат заместени от изкуствен интелект.

Без значение колко автоматизирана е дадена система, винаги ще има нужда от човешко присъствие, което може да извършва поддръжка, да актуализира, подобрява, коригира и настройва сложни софтуерни и хардуерни системи, които често изискват координация между повече от един специалист, за да работят правилно.

Трансформиращото въздействие на изкуствения интелект върху обществото ще има дългосрочни икономически, правни, политически и регулаторни последици за всички видове работни места и индустрии, които изискват обсъждане, отговорни решения и подготовка.

Източници

1. Пасарелски, Р., Т. Стефанова, Т. Пасарелска. Анализ на модели за изкуствен интелект. Сборник доклади от Научна конференция „Знание, наука, технологии, иновации“, Велико Търново, 29.03.2024, стр. 925-942, ISSN 2815-3480 (CD), ISSN 2815-3472 (Print).

2. Симеонова Цв., В. Къдрев. Развитие на изкуствения интелект и неговото приложение в телекомуникационните мрежи и услуги. Сборник доклади от Годишна университетска научна конференция на НБУ „Васил Левски“, Велико Търново, 27-28.05.2021, стр. 2376-2386.

3. Стефанова, Т. Новите технологии – приложения, професии, умения. София: Изд. „Аскони-Издат“, 2024 г., ISBN 978-954-383-151-7

4. Artificial intelligence (AI) adoption rate in product development businesses worldwide in 2022 and 2025, Statista, November 2025. Available from: <https://www.statista.com/statistics/1346741/ai-adoption-rates-product-development/>

5. Artificial intelligence (AI) use impact on employees needing to be reskilled in organizations globally in 2023, In Statista, August 2023. Available from: <https://www.statista.com/statistics/1407482/employee-reskilling-due-to-ai/>

6. Industry employment at risk of automation by artificial intelligence (AI) in the Euro area in 2023, by industry. Statista, March 2023. Available from: <https://www.statista.com/statistics/1378606/industry-employment-automation-risk-euro-area/>

7. Industry employment at risk of automation by artificial intelligence (AI) in the United States in 2023, by industry. Statista, March 2023. Available from: <https://www.statista.com/statistics/1378599/industry-employment-automation-risk-us/>

8. Lloyd's Register Foundation. Mostly help [dataset]. Lloyd's Register Foundation (2022) [original data] In Our World in Data, 2022

9. McKinsey & Company. AI adoption [dataset], McKinsey & Company Survey (2022) via AI Index (2023) [original data], In Our World in Data, 2023

10. Share of companies using artificial intelligence technology. McKinsey & Company via AI Index Report, in Our World In Data, 2025. Available from: <https://ourworldindata.org/grapher/share-companies-using-artificial-intelligence>

11. Views about AI's impact on society in the next 20 years, 2021. In Our World in Data, 2022. Available from: <https://ourworldindata.org/grapher/views-ai-impact-society-next-20-years>

ПРОЕКТИРАНЕ НА УСТОЙЧИВИ ОБЛЕКЛА ЗА ДЕЦА С ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЪЛГАРСКИЯ НАЦИОНАЛЕН КОСТЮМ

Таня Пенева

Технически университет - София, Колеж-Сливен
tannna.peneva@tu-sofia.bg, tel.: +359 878 27 80 67

Магдалена Люцканова

magy_lyutskanova@abv.bg, tel.: + 359 88 333 41 63

***Анотация:** Съвременната модна индустрия е поставена пред нарастващи екологични предизвикателства. Детското облекло поради своя кратък период на експлоатация също поражда редица проблеми. Необходими са иновативни решения, даващи възможност за повишаване устойчивостта на индустрията.*

Настоящата разработка представя възможностите за приложение на метода за безотпадъчно конструиране на облекло Zero Waste за проектиране на детско облекло. Целта е да бъде контролирано количеството на генерираните текстилни отпадъци на най-ранен етап. Адаптирана е основна конструкция на детска риза за моделиране на детски рокли съгласно принципите на Zero Waste. Разработена е авторска колекция детски рокли на базата на българското национално облекло.

***Ключови думи:** детско облекло, устойчиво развитие, Zero Waste*

DESIGNING SUSTAINABLE CLOTHES FOR CHILDREN WITH ELEMENTS FROM THE BULGARIAN NATIONAL COSTUME

Tanya Peneva

Technical University-Sofia, College-Sliven
tannna.peneva@tu-sofia.bg, tel.: +359 878 27 80 670878278067

Magdalena Lyutskanova

magy_lyutskanova@abv.bg, tel.: + 359 88 333 41 63

Abstract: *The modern fashion industry is faced with increasing environmental challenges. Children's clothing, due to its short period of operation, also raises a number of problems. Innovative solutions are needed to increase the sustainability of the industry.*

This paper presents the possibilities for applying the Zero Waste method for the design of children's clothing. The aim is to control the amount of generated textile waste at the earliest stage. The basic design of a children's shirt has been adapted for modeling children's dresses according to the principles of Zero Waste. An author's collection of children's dresses based on the Bulgarian national costume has been developed.

Keywords: *children's clothing, sustainable development, Zero Waste*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Историята на детското облекло е отражение на развитието на човешкото общество през различните епохи. Хилядолетия дрехите за деца са били копие на тези на възрастните. Отделянето им в самостоятелен сегмент се осъществява в края на 18 – ти век. В наши дни модата за деца представлява важен дял от шевната индустрия, който генерира огромни печалби, като по настоящем се оценява на 45 милиарда долара годишно³⁸².

Детските облекла са специфичен вид изделия, които се характеризират с високи изисквания към качествата на текстилните материали. Използват се най-вече платове от натурални влакна, за чието производство са изразходвани големи количества невъзобновяеми природни ресурси. От друга страна бързото израстване в детската възраст определя кратък жизнен цикъл на изделията. Това води до изхвърляне на облекла, които са годни за употреба и превръщането им в замърсяващи околната среда отпадъци. Текстилните отпадъци могат да бъдат определени като два основни вида:

- Генерирани от потребителите – тук се включват всички видове текстил, изхвърлени на различен етап от тяхната експлоатация;
- Генерирани от производителите – всички отпадъци качествен текстилен материал, получен най-вече при кроене на изделията.

³⁸² <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/baby-apparel-market>

Контролирането на отпадъка от потребителите е сложна задача, чието решение в голямата си част се определя от културата, възпитанието и до голяма степен има доброволен характер. В тази област едни от най-често използваните подходи са споделяне на детски облекла между родители, редизайна на изделията и т.нар. Upcycling.

Контролирането на генерираните отпадъци при производството има значително по-голям потенциал за решаване на екологичния проблем. Известно е, че при кроенето на изделията с традиционните методи 15 – 25% от платовете се изхвърлят.³⁸³ Мащабът на проблема може да се илюстрира със следния пример: ако за изработването на една производствена серия облекла са необходими 100 м плат, то от 15 – 25 м от тях ще бъдат изхвърлени под формата на отпадъци. Намалването на този нецелесъобразен разход на висококачествени суровини и материали би повишило в значителна степен устойчивостта на модната индустрия.

Целта на настоящата разработка е проектиране на колекция устойчиви модели облекла за деца, при които да бъде контролирано количеството на текстилните отпадъци още на етапа на тяхното проектиране. За решаването на тази задача е използван методът за намаляване на вътрешния отпадък при кроенето **„Zero Waste“**.

2. МЕТОД „ZERO WASTE“

В последните години много дизайнери са насочили своите усилия за решаването на екологичния проблем в модната индустрия. Предлагат се различни методи за проектиране на изделията. Един от подходите, даващ възможност за намаляване на текстилните отпадъци още на етапа на проектиране на изделията е т.нар. „Zero Waste“. При традиционните методи за конструиране облеклата се проектират, като не се отчита взаимовръзката между геометрията на детайлите и вътрешния отпадък. Усилията на дизайнерите са насочени най-вече реализиране на тяхната идея и прилягането на изделията към човешкото тяло. Методът „Zero

³⁸³ Vilumsone-Nemes I, Lay planning and marker making in textile cutting operations. In: Vilumsone-Nemes I, editor, Industrial cutting of Textile materials. 2nd edition. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018; p. 13-26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102122-4.00003-2>

Waste” създава една нова естетика, при която основната цел е намаляването на вътрешния отпадък при кроенето на изделията и опазване на околната среда. Това се постига като се нанасят конструктивни и декоративни промени с цел пълното оползотворяване на текстилния материал.

Независимо, че за „Zero Waste” мода започна да се говори през последните 20 години и дизайнерите, работещи в тази област дълго време бяха неразбрани, тя не е новост и е присъствала в културата на много народи от хилядолетия.³⁸⁴ В миналото процесът на производство на текстил е бил бавен и труден, което е накарало нашите предци да го ценят повече и да се стремят да го оползотворят максимално. Голяма част от традиционните национални облекла са проектирани с метода „Zero Waste”. Пример за безотпадно проектиране на облекло са древните елински хитони, китайските кимона, индийските сарита и др.

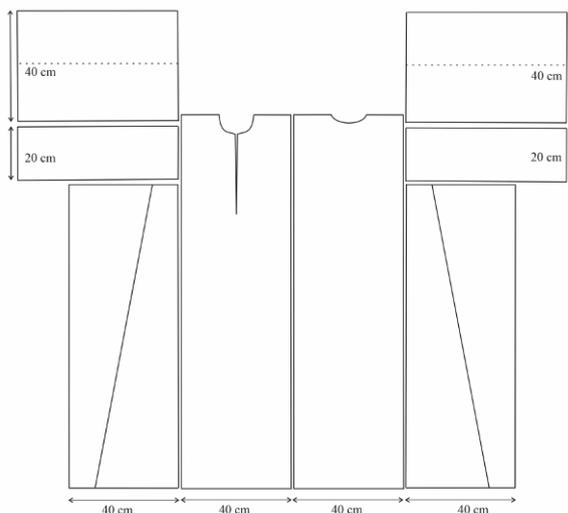
Българският народ също се отнасял с уважение към произведените с много труд текстилни материали и се е стремил към пълното им оползотворяване. Пример за приложение на принципите на „Zero Waste” са дамските и мъжките ризи от националното ни облекло. Традиционните платове са се тъкали най-често с ширина от 40 см, която е служела за конструиране на предната и задна част на ризите. За изработването на ръкавите в зависимост от желаната ширина са се използвали една, една и половина или две ширини на платното. За придаване ширина на изделията и оформянето на подмишечния участък са се използвали различни трапец образни клинове.

На фиг. 1 е представена туникообразна женска риза. Работните шаблони са проектирани при ширина на плътното 40 см – фиг.2.

³⁸⁴ Rissanen T., H. Mcquillan, Zero Waste Fashion Design, Second edition. |New York : Bloomsbury Visual Arts, 2023, ISBN: 978-1-3501-1697-9



Фиг.1. Женска риза –
с. Милево,
Казанлъшко края на XIX век³⁸⁵



Фиг.2. Работни шаблони на женска риза
от село Милево,
Казанлъшко края на XIX век

3. ДИЗАЙНЕРСКО ПРОЕКТИРАНЕ

Направен е анализ на литературни източници относно характерните особености на детското облекло в българския национален костюм^{386 387}. Установено е, че в ранната детска възраст детското облекло преповтаря това на възрастните, като най-често децата са обличани в ризи. Конструкцията на българските национални ризи притежава висок потенциал за приложение на метода за безотпадъчно конструиране – фиг.2. Това дава възможност тя да послужи като конструктивна основа за проектиране на колекция устойчиви модели детски рокли с метода „Zero Waste”.

3.1. Адаптиране на конструктивна основа

За проектиране на колекцията е адаптирана към принципите „Zero Waste” основна конструкция на детска рокля без раменни и талийни

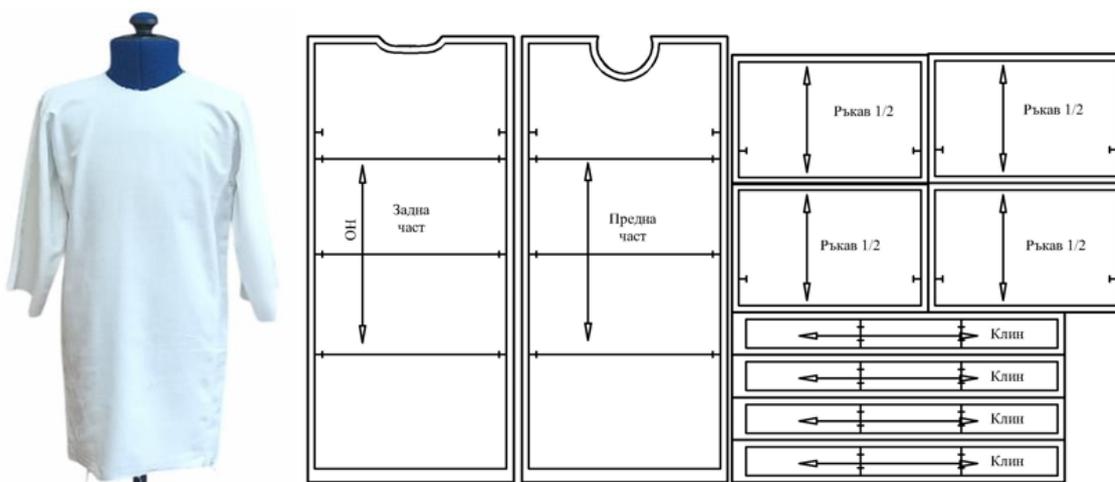
³⁸⁵ М.Велева, Лепавцова Евг., Български народни носии, том III, Издателство на Българската академия на науките, София 1979, стр.52

³⁸⁶ Комитска Анита, Борисова В. Български народни носии, Издател: Анико Година: 2005, ISBN: 954 9070 06 9

³⁸⁷ Банчева Елена, Български народни носии, Издател: Борина, София: 2010, .; ISBN 978-954-500-230-4

С цел анализ на качествата на адаптираната основна конструкция е изработен прототип. Изследвани са качествените показатели като: съответствие на шевовете спрямо конструктивните линии, свобода по линия на гърдите ханша и др. Установено е съответствие между основните конструктивни линии и съответния телесен признак. Не се наблюдават гънки и ограничаващи движенията участъци. Анализът по линията на вратната извивка наложи допълнително удълбочаване с 1.0 см за по-голямо комфорт и функционалност. Изработения прототип и работните шаблони на детайлите са представени на фиг.5 и фиг.6.

След направените корекции е установено, че адаптираната основа може да бъде използвана като базисна конструктивна основа за моделиране на детски рокли с принципите на „Zero Waste”.



Фиг.5. Прототип

Фиг.6. Работни шаблони на детайлите

3.4. Авторска колекция

Проектирана е авторска колекция детски рокли - „Снежно кокиче” за деца от възрастова група 4 - 6 год. Моделите са изработени от тъкан плат в сплитка лито, влакнест материал 100% лен. Сплитката и еднородността на влакнестия материал на тъканта дават възможност детайлите да се разполагат по направление на основна и вътъчна нишка. Това позволява повишаване на ефективността при оползотворяване на текстилния

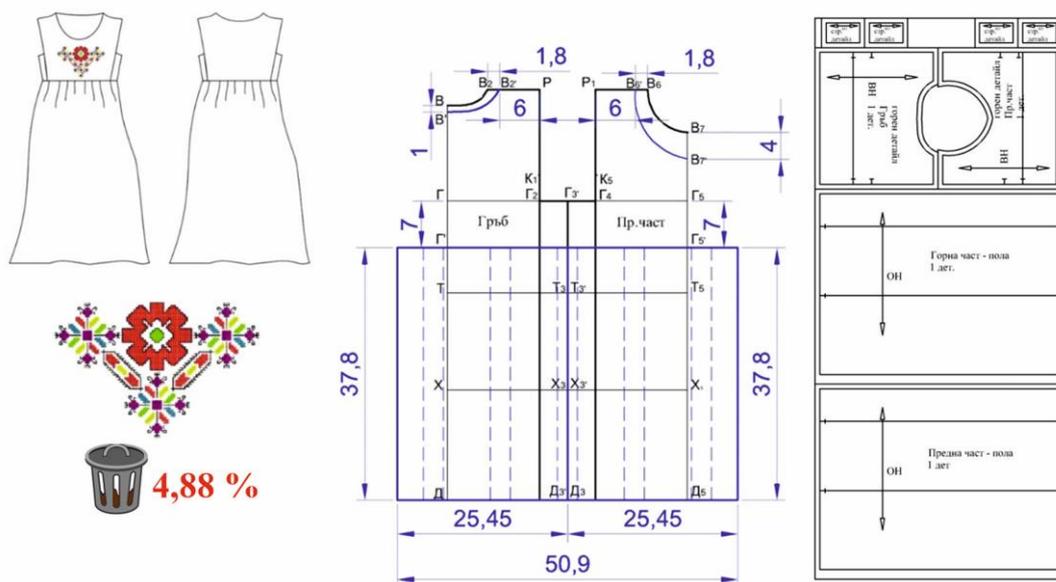
материал. Проектирането на колекцията е осъществено чрез използването на системата за автоматизирано проектиране AutoCAD. Моделите са декорирани с български везбени орнаменти, което допълнително повишава устойчивостта на дизайна, като интегрира националното културно наследство в ежедневието ни.

За всеки от проектираните модели е изработен маркер за разположението на детайлите върху плата. Изчислен е вътрешния отпадък на базата на минимално възможния разход по методика представена в 389. Параметрите на маркера не са съобразени със стандартните размери на тъканите. Това дава възможност да се комбинират няколко вида изделия или да се формират остатъчни парчета плат с правилни геометрични размери, които могат да бъдат оползотворени за други изделия.

3.4.1. Модел 1

Модел 1 е детска рокля в А образен силует с дължина 5 см над линия на коляното. Изделието е изработено без ръкави, като ръкавния овал е оформен с прави линии. Линията на талията е изместена по посока на линия на гърдите. Деколтетото на предна и задна част е овално, оформено с плавни криви. Силуетът се оформя чрез набор при хоризонталното срязване. Цветовото решение е монохромно. Композиционен център на модела е декорация от българска национална шевица, разположена в центъра на предната част. На фиг. 7 са представени скица на модела, моделната разработка и маркер на разположението на детайлите, при който вътрешния отпадък е 4,88%.

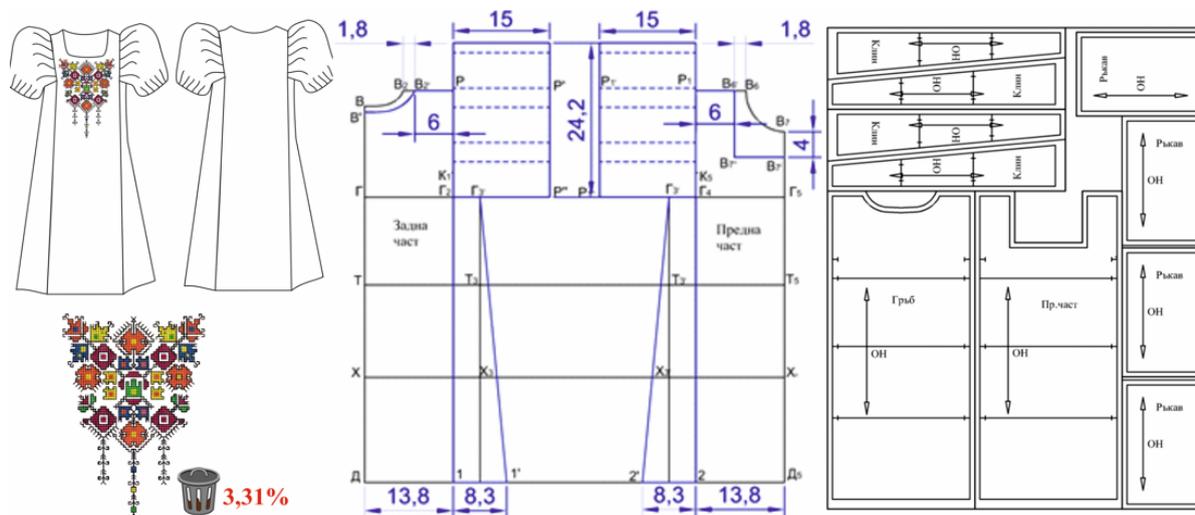
³⁸⁹ Сивова М., Конструирание и моделиране на облекло с CAD системи, Агенция Компас, Сливен, 2017, ISBN: 978-954-8558-31-0



Фиг.7. Модел 1 – скица, моделна разработка и маркер на детайлите

3.4.2. Модел 2

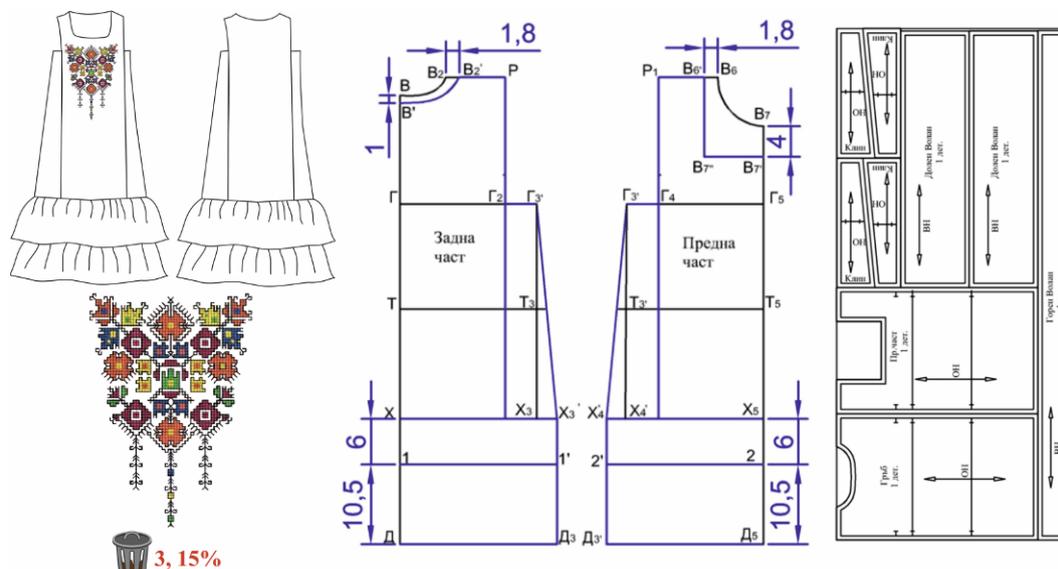
Модел 2 е детска рокля в А образен силует, с ръкав тип буфон, с дължина до коляното. Деколтето на предната част е правоъгълно, оформено с прави линии. Деколтето на задната част е овално с вдлъбнати криви. Разширяването на предна и задна част се оформя чрез вмъкването на 4 клина в страничния шев. Композиционен център на модела е декорация от българска национална шевица, разположена в центъра на предната част. На фиг. 8 са представени скица на модела, моделната разработка и маркер на разположението на детайлите, при който вътрешния отпадък е 3,31%.



Фиг.8. Модел 2 – скица, моделна разработка и маркер на детайлите

3.4.3. Модел 3

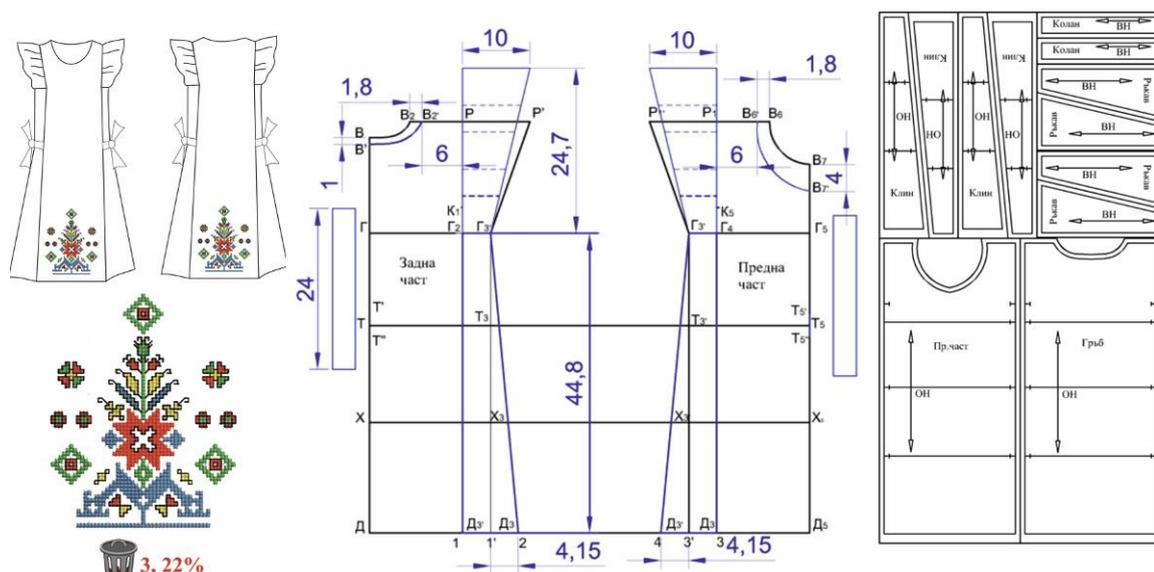
Модел 3 е детска рокля в А образен силует с дължина 10 см под линия на коляното, без ръкави. Ръкавния овал и деколтето са оформени с прави линии. Силуетът се оформя чрез разширяване при страничните шевове. Над линия на коляното са прикачени два волана един над друг, при оразмеряването, на които е използвана аритметична прогресия. Предната част по линия на гърдите е орнаментирана с национална шевица. На фиг. 9 са представени скица на модела, моделната разработка и маркер на разположението на детайлите, при който вътрешния отпадък е 3,15%.



Фиг.9. Модел 3– скица, моделна разработка и маркер на детайлите

3.4.4. Модел 4

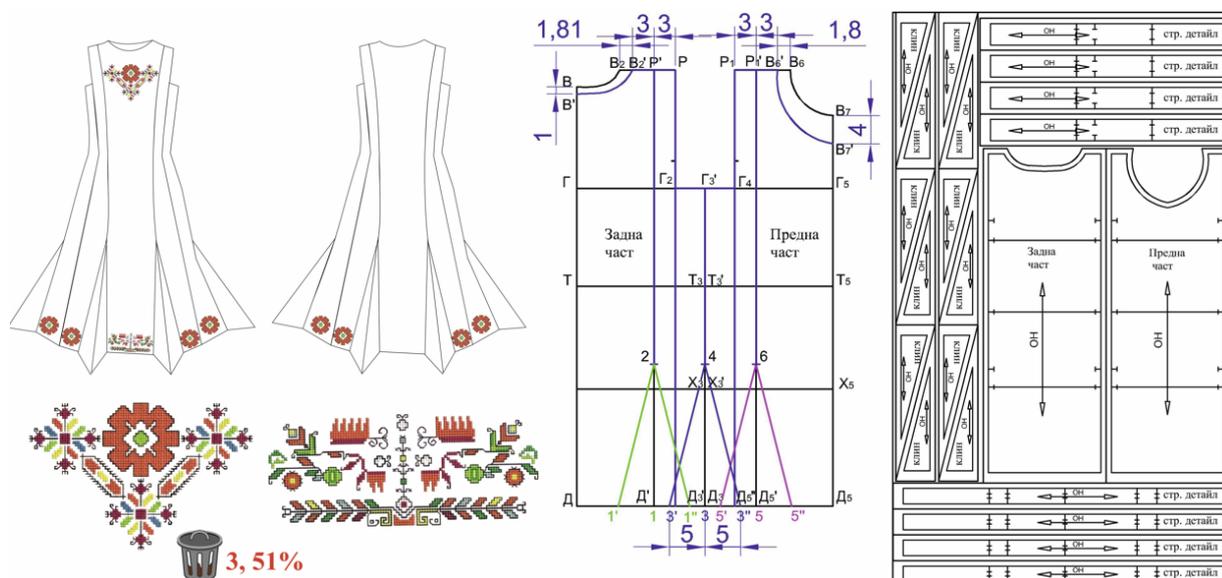
Модел 4 е детска рокля в X силует с дължина 5 см над линия на коляното. Силуетът се оформя от ръкавите, които са с набор по линия на ръкавния овал. Вталяването е чрез изработени колани в презраменните шевове по линия на талията. Деколтето на предна и задна част е овално, оформено с вдлъбнати криви. Разширяването на предна и задна част е в страничния шев. На фиг. 10 са представени скица на модела, моделната разработка и маркер на разположението на детайлите, при който вътрешния отпадък е 3,22%.



Фиг.10. Модел 4 – скица, моделна разработка и маркер на детайлите

3.4.5. Модел 5

Модел 5 е детска рокля в Y образен, обърнат силует с дължина до линията на коляното. Деколтето на предна и задна част е овално оформено с вдлъбнати криви. Изделието е изработено без ръкави, като овалният ръкав е оформен с прави линии. Разширяването на предна и задна част се осъществява чрез 12 триъгълни детайла, пришити в декоративно конструктивните вертикални срязвания на предна, задна части и в страничните шевове. Композиционен център на модела е декорация от българска национална шевица, разположена в центъра на предната и по линия на дължината на изделието. На фиг. 12 са представени скица на модела, моделната разработка и маркер на разположението на детайлите, при който вътрешния отпадък е 3,51%.



Фиг.11. Модел 5 – скица, моделна разработка и маркер на детайлите

Изработен е пробен образец на модел 5. Създадена е технологична последователност и спецификация на използваните материали. Изработеното изделие и технологична скица с аксонометрия на основните възли и шевове е представена на фиг.12. Анализът на изделието установи съответствие между основните конструктивни линии и определящия ги размерен признак.



Фиг.12. Изработеното изделие, технологична скица, аксонометрия на основните възли и шевове

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Адаптирана е конструкцията на детска рокля, на базата на българската национална риза. Анализът на изработения прототип установи добра функционалност и възможност за приложение при проектиране на различни модели с принципите на устойчивата мода.

Проектирана е колекция от детски рокли с метода за безотпадъчно конструиране на облекло „Zero Waste. Анализът на вътрешния отпадък установи, че той е средна стойност за всички модели – 3,64%, което свидетелства за високата икономическа и екологична ефективност на предложения подход.

Представените модели могат да бъдат приложени в конфекционното производство, което значително би повишило устойчивостта на модната индустрия.

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ

1. <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/baby-apparel-market>
2. Vilumsone-Nemes I, Lay planning and marker making in textile cutting operations. In: Vilumsone-Nemes I, editor, Industrial cutting of Textile materials. 2nd edition. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018; p. 13-26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102122-4.00003-2>
3. Rissanen T., H. Mcquillan, Zero Waste Fashion Design, Second edition. | New York : Bloomsbury Visual Arts, 2023, ISBN: 978-1-3501-1697-9
4. М. Велева, Лепавцова Евг., Български народни носии, том III, Издателство на Българската академия на науките, София 1979, стр. 52
5. Комитска Анита, Борисова В. Български народни носии, Издател: Анико
Година: 2005, ISBN: 954 9070 06 9
7. Банчева Елена, Български народни носии, Издател: Борина, София: 2010, ISBN 978-954-500-230-4
8. Petrov, Hr., Projektirane na oblekla, TU -- Sofiia, Sofiia, 2010
9. Сивова М., Конструирание и моделиране на облекло с CAD системи, Агенция Компас, Сливен, 2017, ISBN: 978-954-8558-31-0

ИЗСЛЕДВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА МЕТОДА ZERO WASTE ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ НА ДЕТСКО ОБЛЕКЛО

Таня Пенева

Технически университет - София, Колеж-Сливен
tanna.peneva@tu-sofia.bg, tel.: + 359 878 27 80 67

Христина Бакалова

hristina.bakalova2020@abv.bg, tel.:+359 899 83 74 44

***Анотация:** В последните години модната индустрия се развива с бързи темпове, което доведе до свръхпроизводство на облекло и сериозно екологично натоварване. Детското облекло, поради своя кратък период на експлоатация, също е част от проблема. Дизайнерите предлагат редица подходи с цел намаляване на текстилните отпадъци, един от които е т.нар. Zero Waste. Настоящата разработка представя сравнителен анализ между метода за конструиране на облекло Zero Waste и традиционните методи с цел изследване на тяхната екологична ефективност.*

***Ключови думи:** проектиране на детско, Zero Waste, устойчива мода*

RESEARCH ON THE EFFECTIVENESS OF THE ZERO WASTE METHOD IN CHILDREN'S CLOTHING DESIGN

Tanya Peneva

Technical University-Sofia, College-Sliven
tanna.peneva@tu-sofia.bg, tel.: 0878278067

Hristina Bakalova

hristina.bakalova2020@abv.bg, tel.:+359 899 83 74 44

***Abstract:** In recent years, the fashion industry has been developing rapidly, which has led to overproduction of clothing and a serious environmental impact. Children's clothing, due to its short lifespan, is also part of the problem. Designers offer a number of approaches to reduce textile waste, one of which is the so-called Zero Waste. This paper presents a*

comparative analysis between the Zero Waste clothing design method and traditional methods in order to study their environmental efficiency.

Keywords: *children's clothing design, Zero Waste, sustainable fashion*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременния глобален свят модната индустрия се развива с изключителни бързи темпове, което води до свръхпроизводство на облекло и сериозно екологично натоварване. Проблемът е породен най-вече от факта, че се произвеждат огромни количества облекло, които често се използват краткосрочно и бързо се превръщат в отпадък.

По данни от изследванията на международната консултантска компания McKinsey (2021)³⁹⁰ за последните 20 години производството на облекло се е удвоило, достигайки около 100 милиарда единици годишно. За разлика от това, средната продължителност на носене на дрехите е намаляла с около 36%, което се отразява на количеството генерирани отпадъци. Само 15% от текстилните отпадъци в ЕС се събират разделно, а рециклираното съдържание остава под 10%. Това поставя остри въпроси относно устойчивостта на модната индустрия и най-вече на бизнес модела - „бърза мода”.

Тревожен е и приносът на детското облекло към нарастващите екологични предизвикателства. Проучвания в рамките на Европейския съюз свидетелстват, че детските дрехи съставляват приблизително 12–15% от целия текстилен пазар, но се характеризират с изключително кратка употреба – средно под 8 месеца (European Environment Agency, 2022)³⁹¹. Според годишния доклад на Zero Waste Europe (2021), около една пета от всички текстилни отпадъци в Европейския съюз се дължат именно на детското облекло, което подчертава значителния му екологичен отпечатък³⁹².

³⁹⁰ <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/style-thats-sustainable-a-new-fast-fashion-formula#/>

³⁹¹ <https://www.eea.europa.eu/en/circularity/sectoral-modules/textiles>

³⁹² <https://zerowasteurope.eu/library/annual-report-2021/>

Известно е, че при традиционните методи за конструиране на облекло се генерира т.нар. вътрешен отпадък, чието количество е от 10 до 30%.³⁹³Този факт съчетан с краткия жизнен цикъл на детските облекла води до значително екологично натоварване. Възможност за решаване на проблема предоставя иновативния метод за конструиране на облекло Zero Waste, чиято цел е минимизиране на генерираните отпадъци още на етапа на проектиране на изделията.

Настоящата разработка има за цел изследване на ефективността на метода за конструиране на облекло Zero Waste при проектиране на детско облекло.

2. МЕТОД ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА ОБЛЕКЛО ZERO WASTE

Генерираният отпадък при традиционното конструиране на облекло се състои от качествени текстилни материали, които често не подлежат на ефективно рециклиране. За мащабите на проблема свидетелства факта, че например само през 2015 г. са произведени около 400 милиарда квадратни метра платове и 60 милиарда квадратни метра са изхвърлени по време на производството на облекло.

Въпреки че, в стремежа си да намали производствените си разходи, модната индустрия прилага различни технологии за минимизиране на отпадъците от платове при кроенето на облеклата, тяхното количество все още е в значително големи размери. Това налага необходимостта от качествено нов подход при проектирането на изделията, създаване на нови естетически категории и осъзнато потребление.

Възможност за решаване на проблема дава дизайнерския методът за безотпадъчно конструиране на облекло Zero Waste. Той е насочен към елиминиране или максимално намаляване на текстилните отпадъци още на етапа на проектирането им. Този подход изисква съчетаване на иновативно мислене, дигитални технологии и задълбочени познания по

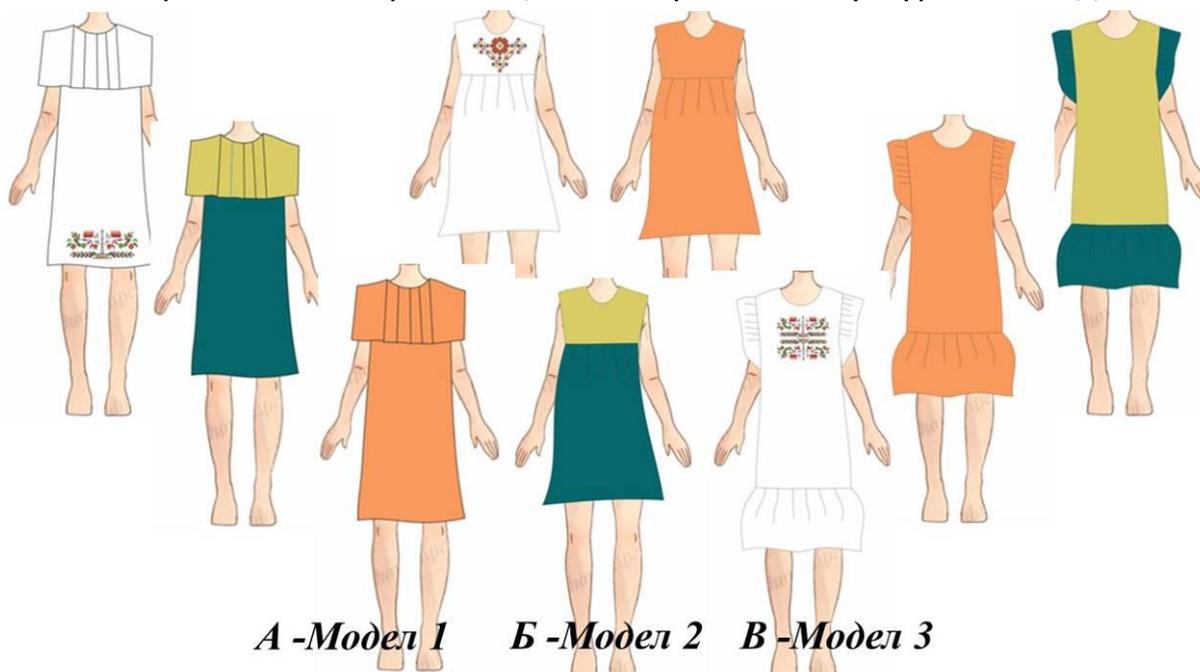
³⁹³ Vilumsone-Nemes I, Lay planning and marker making in textile cutting operations. In: Vilumsone-Nemes I, editor, Industrial cutting of Textile materials. 2nd edition. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018;p. 13-26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102122-4.00003-2>
512

конструиране на облекло, като предоставя нови възможности за устойчиво развитие на текстилната индустрия.

Приложението на Zero Waste методът за проектиране на детско облекло би дало възможност не само за повишаване на устойчивостта на изделията, но и за изграждането на една нова естетика и екологична отговорност у децата, като бъдещи потребители.

3. ЕКСПЕРИМЕНТ

Проектирани са три детски рокли за които са представени моделни разработки и работни шаблони, като са използвани традиционен и Zero Waste методи за конструиране. Моделите позволява да се изработят в различни варианти с цел реализация на остатъчни парчета платове, намаляване на вътрешния отпадък при кроенето, декориране с различни възбени орнаменти, съхраняващи нематериалното културно наследство.



Фиг. 1. Проектирани модели детски рокли

Използваните текстилни материали трябва да бъдат от естествени влакна – лен или памук, без съдържание на еластомерни нишки, изработени в сплитка лито.

Това би дало възможност за комбиниране на детайлите в размерката както по направление на основните така и по направление на вътъчните нишки. Моделите и възможните варианти са представени на фиг. 1.

Направени са маркери на разположението върху плата на работните шаблоните. Използвана е еднаква ширина на плата за всички маркери - 90 см. Изчислен е вътрешния отпадък съгласно формулата:

$$Bo = \frac{Sp - Skp}{Sp} \cdot 100[\%] \quad (1)$$

Където: Bo – вътрешен отпадък; Sp – площ на размерката; – площ на работните шаблони.

Чертежите са реализирани в графичната среда на AutoCAD 2024. За изчисляване на площта на вътрешния отпадък е използван алгоритъм представен в ³⁹⁴

3.1. Конструктивна основа за моделиране на моделите

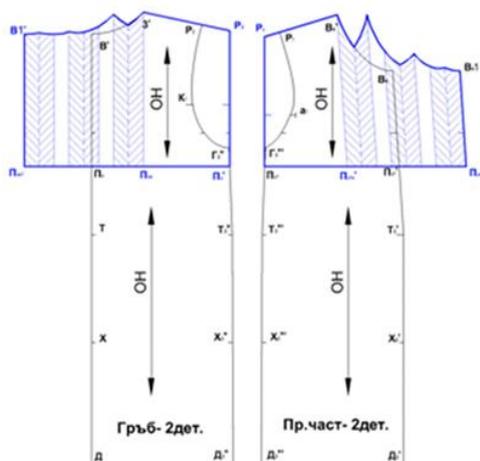
За реализиране на проектираните модели в колекцията е използвана основната конструкция на детска рокля, построена по методика на катедра „Текстилна техника” към Технически университет – София, която е изградено на база обобщени телесни измерения за деца – (размер 30), типоразмер 116/60/67,4 от първа група съгласно БДС 8371-89.

3.2. Моделиране на моделите

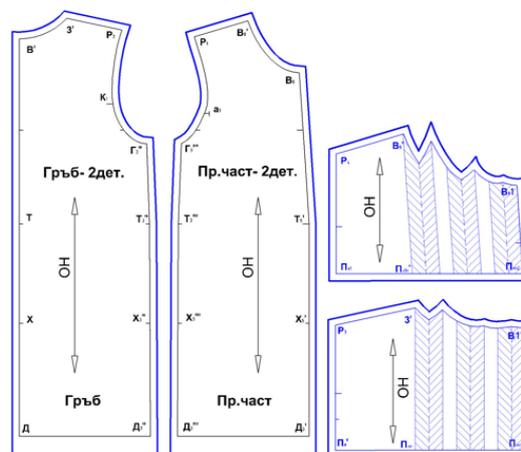
3.2.1. Модел 1

На фиг. 1 А е представена детска рокля в прав силует с дължина до линията на коляното. Композиционен център на модела е правоъгълна яка със симетрично разположени плисета. Направен е сравнителен анализ между стандартните методи за проектиране на облекло и метода Zero Waste. За целта са направени моделни разработки по двата метода. На фиг. 2. е представена моделна разработка на модел 1 по традиционен метод, а детайлите – фиг.3.

³⁹⁴ Сивова М., Конструирание и моделиране на облекло с CAD системи, Агенция Компас, Сливен, 2017, ISBN: 978-954-8558-31-0

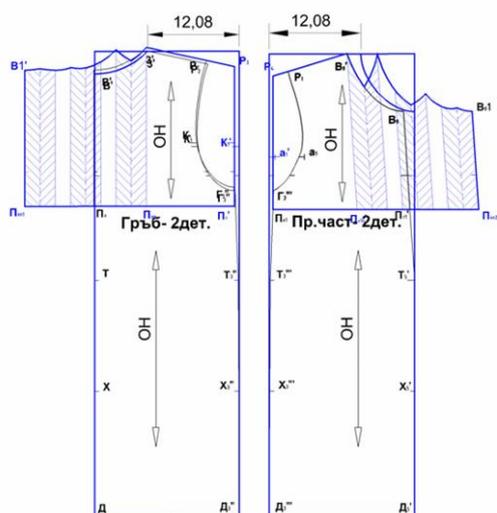


Фиг.2.Моделна разработка на Модел 1, традиционен метод за конструиране

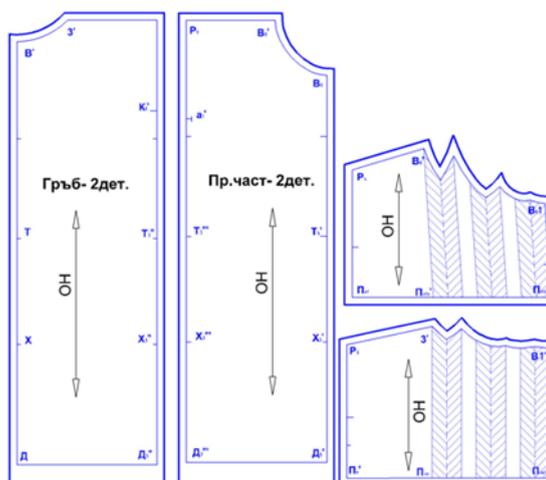


Фиг.3.Работни шаблони на Модел 1, традиционен метод за конструиране

С цел минимизиране на вътрешния отпадък са направени корекции при моделирането на изделието, като е запазен дизайнерския замисъл. Параметрите на детайлите е приближена към правилни геометрични форми. На фиг.4. е представена моделната разработка на Модел 1, чрез използване принципа Zero Waste, а на фиг.5. - работните шаблони.

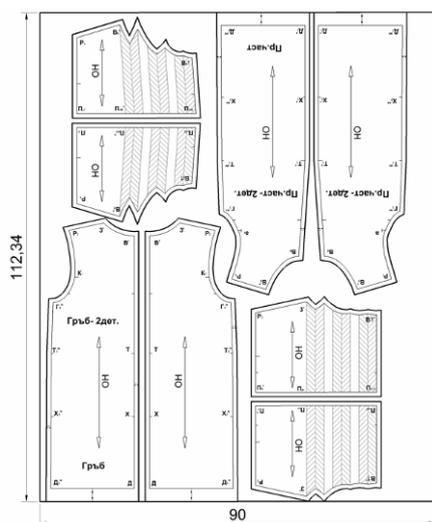


Фиг.4. Моделна разработка на Модел 1, метод за конструиране Zero Waste

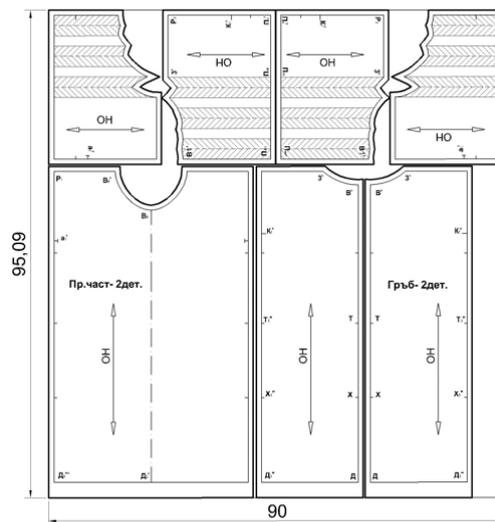


Фиг.5. Работни шаблони на Модел 1, традиционен метод за конструиране

Направени са маркери на разположението на детайлите, проектирани по двата метода. Установеният вътрешен отпадък е съответно: 28,23% при стандартния метод за проектиране и 10,63% при Zero Waste.



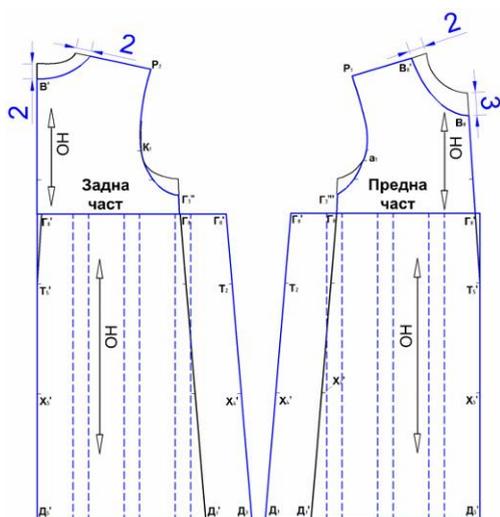
Фиг.6. Маркер на детайлите, проектирани по традиционен метод



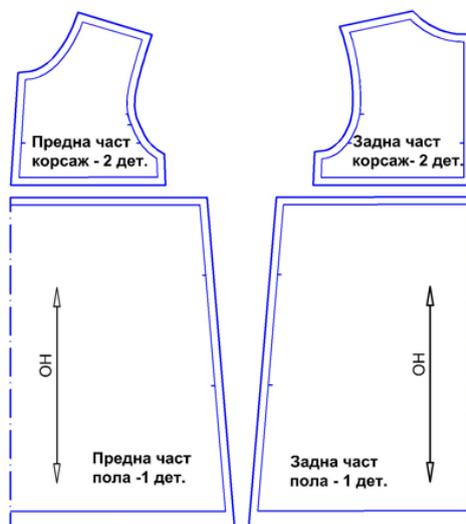
Фиг.7. Маркер на детайлите, проектирани по метод Zero Waste

3.2.2. Модел 2

Модел 2 (фиг.1 - Б) е детска рокля в А – образен силует с дължина до линията на коляното. Силуетът се оформя от долната част на изделието, която е уширена. Линията на талията е изместена до линията на гърдите. Моделирането е съгласно чертежа, представен на фиг.8 и е осъществено с традиционен метод за конструиране. На фиг.9 - работни шаблони.

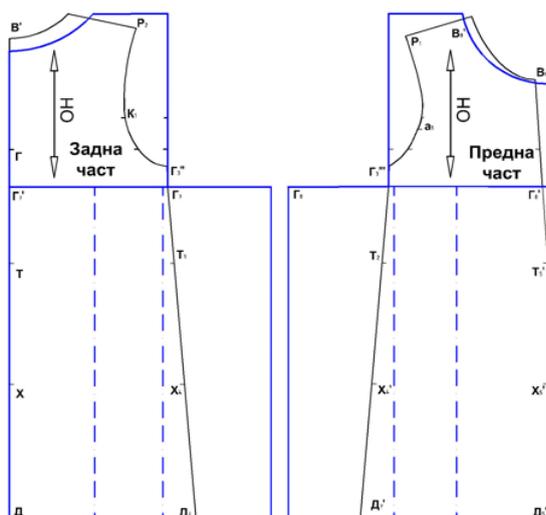


Фиг.8. Моделна разработка на Модел 2, традиционен метод за конструиране

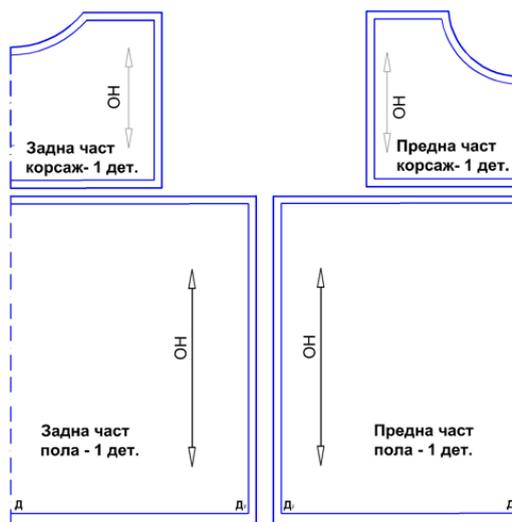


Фиг.9. Работни шаблони на Модел 2, традиционен метод за конструиране

Адаптираният дизайнерски проект към принципите на метода Zero Waste е представен на фиг. 10 – моделна разработка, фиг.11 – работни шаблони.



Фиг.10. Моделна разработка на Модел 2, метод

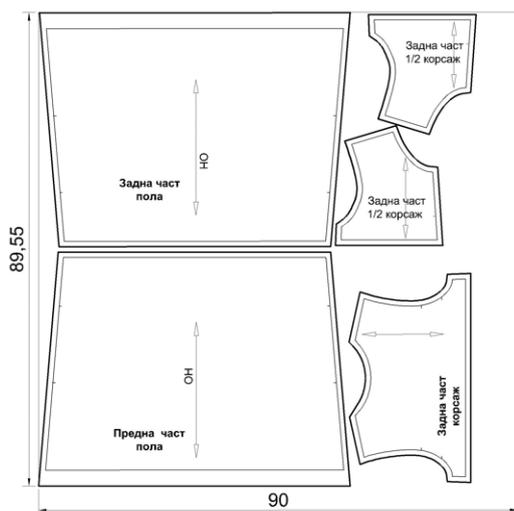


Фиг.11. Работни шаблони на Модел 2, метод

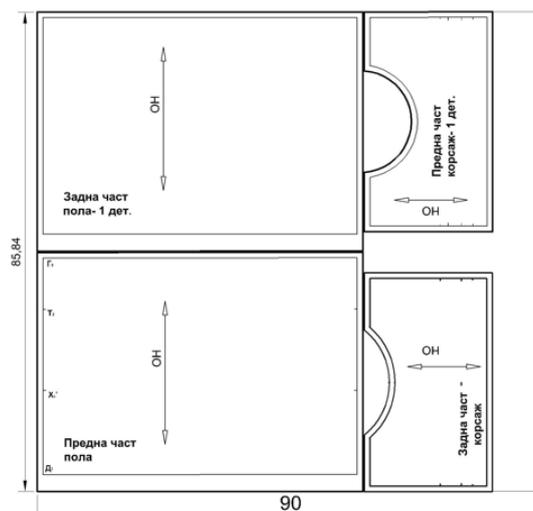
за конструиране Zero Waste

за конструиране Zero Waste

Изчисленият вътрешен отпадък: е при традиционен метод на конструиране – 22,71%, а при метод за конструиране Zero Waste – 14,65%. Маркерите на детайлите върху плата са представени на фиг.12, фиг.13.



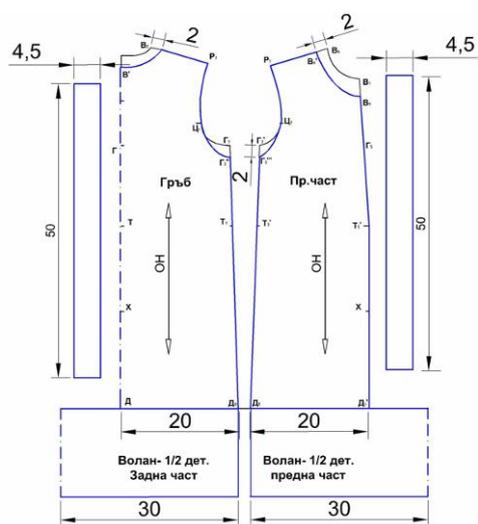
Фиг. 12. Маркер на детайлите, проектирани по традиционен метод



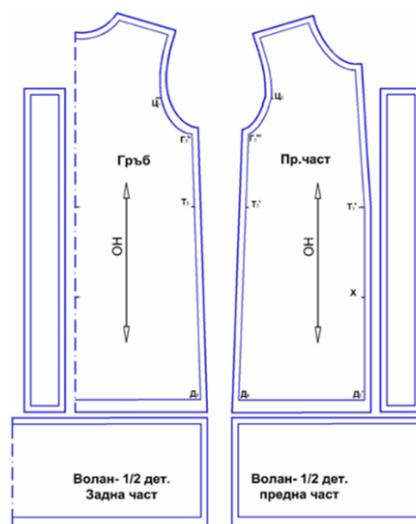
Фиг. 13. Маркер на детайлите, проектирани по метод Zero Waste

3.2.3. Модел 3

Модел 3 (фиг.1 - В) е представена детска рокля с дължина под линията на коляното. Основната част на изделието е проектирана в прав силует, като е внесена динамика чрез волани, оформящи ръкавите и линията на подгъва. Моделирането е съгласно чертежа, представен на фиг.8 и е осъществено с традиционен метод за конструиране. На фиг.9 - работни шаблони.

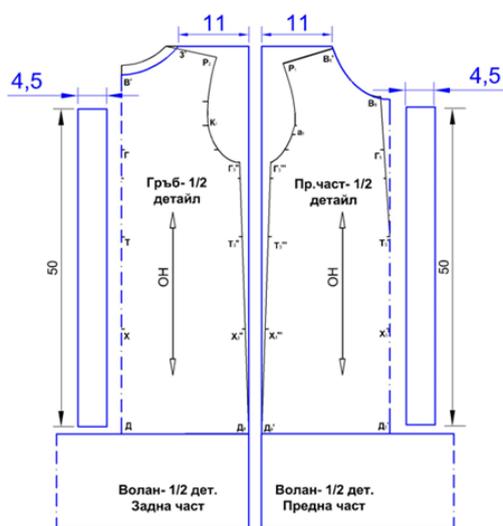


Фиг.14. Моделна разработка на Модел 3, традиционен метод за конструиране

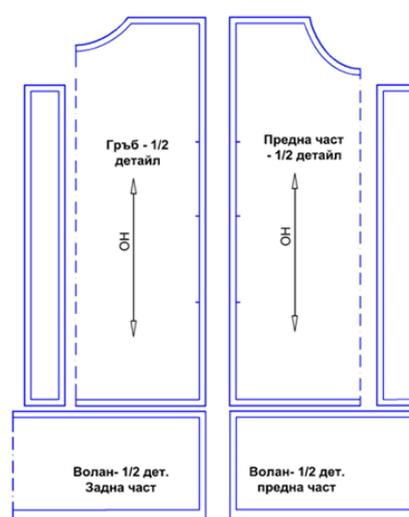


Фиг.15. Работни шаблони на Модел 3, традиционен метод за конструиране

Адаптираният дизайнерски проект към принципите на метода Zero Waste е представен на фиг. 16 – моделна разработка, фиг.17 – работни шаблони.

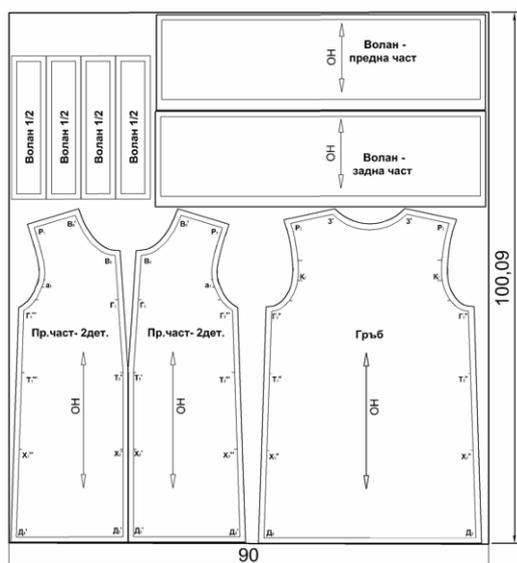


Фиг.16. Моделна разработка на Модел 3, метод за конструиране Zero Waste

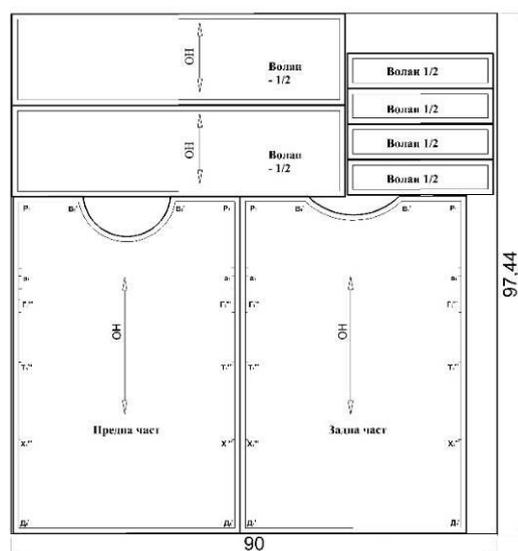


Фиг.17. Работни шаблони на Модел 3, метод за конструиране Zero Waste

Маркерите на разположението на детайлите са представени на фиг.18 и фиг.19. Установеният вътрешен отпадък е съответно: 14,88% при стандартния метод за проектиране и 7,5 % при Zero Waste.



Фиг.18. Маркер на детайлите, проектирани по традиционен метод



Фиг.19. Маркер на детайлите, проектирани по метод Zero Waste

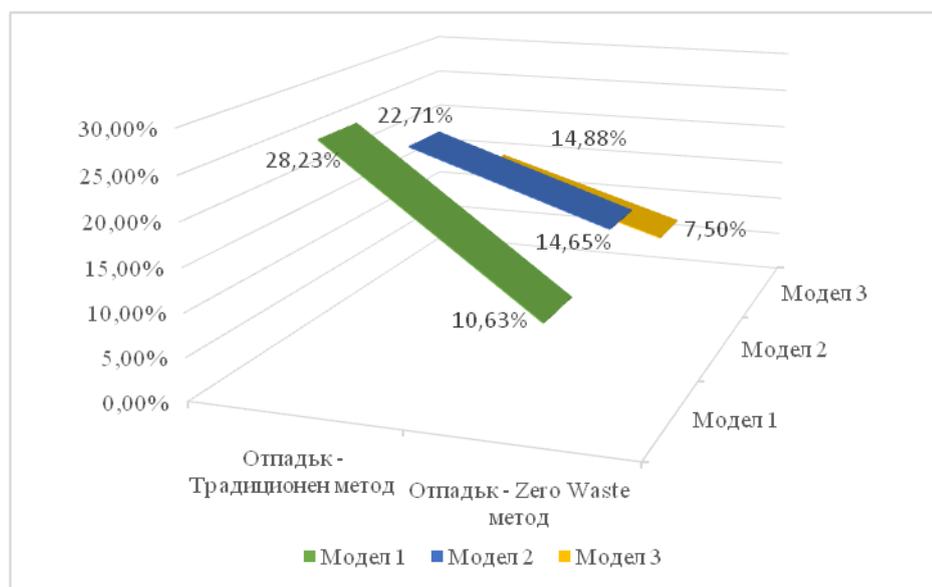
3.3. Анализ на резултатите

Резултатите за всеки от проектираните модели са представени в табличен и графичен вид – табл. 1.

Таблица 1
Отпадък при кроене на изделията

Модел №	Отпадък при кроене на изделията [%]		
	Традиционен метод	Zero Waste метод	Намаляване на вътрешния отпадък след прилагане на метод Zero Waste[%]
1	28,23%	10,63%	62,34%
2	22,71%	14,65%	35,49%
3	14,88%	7,50%	49,60%
Средни стойности	21,94	10,93	49,82%

При анализ на данните се установява, че прилагането на Zero Waste метода при конструиране на изделия води до значително намаляване на вътрешния отпадък: Модел – 62,34%; Модел 2 – 35,49%; Модел 3 – 49,60%. Получените резултати от изследването са представени и в графичен вид – фиг.20.



Фиг. 20. Количество отпадък при кроенето в зависимост от метода на конструиране

4.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При извършената експериментална работа е установено, че прилагането на метода за конструиране Zero Waste намалява вътрешния отпадък при кроене на изделията средно с 50,86% спрямо изделията, конструиране с традиционен метод. Това налага извода, че по-широкото му приложение би довело до значително повишение на икономическата ефективност и устойчивост на модната индустрия.

Представените разработки биха могли да бъдат приложени в шевното производство и в обучението на бъдещите модни дизайнери с цел изграждане на една нова естетика и екологична отговорност в производителите и потребителите на облекло.

СПИСЪК С ИЗПОЛЗВАНИ ИЗТОЧНИЦИ

1. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/style-thats-sustainable-a-new-fast-fashion-formula#/>
2. <https://www.eea.europa.eu/en/circularity/sectoral-modules/textiles>
3. <https://zerowasteeurope.eu/library/annual-report-2021/>
4. Vilumsone-Nemes I, Lay planning and marker making in textile cutting operations. In: Vilumsone-Nemes I, editor, Industrial cutting of Textile materials. 2nd edition. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018;p. 13-26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102122-4.00003-2>
5. Сивова М., Конструирание и моделиране на облекло с CAD системи, Агенция Компас, Сливен, 2017, ISBN: 978-954-8558-31-0

ТИПОЛОГИЯ В АРХИТЕКТУРАТА НА СРЕДНОВЕКОВНИТЕ ИЗТОЧНОПРАВОСЛАВНИ МАНАСТИРИ, XII – XIV в.

Драгомир Йосифов

ВСУ „Черноризец Храбър“ Варна, адрес: гр.Велико Търново,
ул.„Деньо Чоканов“1, d_yos@abv.bg

***Анотация:** Най-често манастирите биват разбирани и определяни от неспециалистите, като еднакво и самостоятелно съществуващи материално и духовно затворени единици. Помежду им се слага знак за равенство, а всъщност канонично те са подредени в строги йерархични взаимовръзки. Монашеският живот е подчинен на повече или по-малко строги правила събрани в устав, които са основният фактор определящ различната им архитектурна типологична същност.*

***Ключови думи:** архитектура, история, манастири, типология*

TYPOLOGY IN ARCHITECTURE OF MEDIEVAL EASTERN ORTHODOX MONASTERY, XII - XIV century

Dragomir Yosifov

VFU „Chernorizets Hrabar“ Varna, address: city Veliko Tyrnovo, „D.
Chokanov“1 str., d_yos@abv.bg

***Abstract:** Frequently monasteries are understood and defined as equally and independently existing material and spiritual closed units. Between them equate, but actually they are arranged in a strict hierarchical relationships. Monastic life is subject to more or less strict rules, which is the main factor determining their different architectural typological nature.*

***Keywords:** architecture, history, monasteries, typology*

1. Поява и разпространение на средновековните манастири в България (Византия), от ср. IX – кр. XIV в.

В края на V и началото на VI в., когато славяните започнали опустошителните си набези на юг, те заварили на Балканския полуостров едно почти изцяло християнизирано население. Затова след окончателното си заселване тук те постепенно попаднали под неговото религиозно влияние. Въпреки това поради тяхната изолираност християнизирането протичало доста бавно и регионално неравномерно и в голямата си част завършило едва след приемането на християнството през 865 г. от княз Борис I. Той започнал изграждането на много манастири предимно в основните административни центрове на страната. При управлението на Цар Петър (927-969), особено чувствително започва проникване на Византийско влияние в Българската архитектура. В периодът X-XI в. се увеличава броя на скалните манастири. От приемането на християнството до края на Първата българска държава се забелязва едно ясно изразено групиране на монашеството в два основни района: североизточен с центрове Плиска и Преслав и югозападен в Македонска област. Това е времето в което манастирите се превръщат в едри феодални владетели.

След като България пада под Византийско владичество за 167 години от началото на XI век, българската архитектура се изменя и устойчиво приема Византийските строителни концепции. Строителството на манастири по нашите земи продължава, но под опеката на Византийската аристокрация. Архитектурата на Атонските манастири, окончателно оформена през XI век, служи за пример на строителство освен на Балканския полуостров, но и в България. Устойчиво византийския модел се задържа и след възстановяването на българската държава от болярите Петър и Асен (1186), когато започнал нов подем в манастирското строителство. До края на XIV в. броят на манастирите нараснал толкова, че според Цамблак на всяко удобно място, имало изграден манастир, [13].

2. Типология в архитектурата на средновековните Български манастири (XII – XIV в.)

Периодът XII – XIV в. в архитектурата на Българските манастири може да се определи, като не особено проучен и изяснен, поради факта, че при

Османското нашествие повечето от тях са разрушени. Съхранена е само една малка част от частично запазени суперструкции, която е достигнала до наши дни. Представата за обемно-пространственото им изграждане в повечето случаи е непълна, а направените в последно време хипотетични реконструкции не гарантират постигането на автентичен облик.

Важно е да се спомене, че използваната информация за архитектурата на Второто българско царство е предимно от археологически проучвания. При разкопки постоянно се разкриват нови данни за паметниците, които може или да допълнят и потвърдят вече съществуващите или изцяло да ги променят.[18]

Поради тези причини, за да може да се определи типологията на Българските манастири от XII – XIV в., е необходимо те да се съпоставят с близки или аналогични примери от този и предходни периоди, които да са в по-голяма степен оригинално запазени, или за които има достатъчно документиращи сведения. Такива срещаме във всички съседни територии живели в лоното на Византийския културен кръг, към който принадлежат нашите и съседните земи по това време.

Във връзка с изясняване и прецизиране на основните манастирски типове и понятията, свързани с тях, е направен *анализ на етимологията на думите*, които се употребяват при тяхното обозначаване.

Манастирът /Гр. - *μοναστήριον*/ като понятие, става характерен носител на обединен архитектурен образ. Той е породен от функциите и задълженията, които носи монашеския живот, но без да определя конкретните му проявления. Самостоятелно разгледани, тези проявления представляват обособени типологични видове, които носят със себе си конкретни индивидуални качества и специфична архитектурна същност. Изследването на живота в манастирите и на структурните взаимовръзки между тях, изясняване на основните разбирания, показателни и определящи манастира, допринася за по-прецизното им и точно архитектурно-типологично диференциране.

2.1. Форми на манастирски живот

Архитектурата е следствие на духовната представа за живота в манастира. Именно добре усвоеното религиозно - духовно познание и пряко свързаната с него терминология, би ни дала възможност за разкриване на принципни положения в строителство им.



Св. „Павел Тивейски“

Фиг.1. Стенопис XIIв. от манастира на преп.„Антоний Велики“ в Египет.

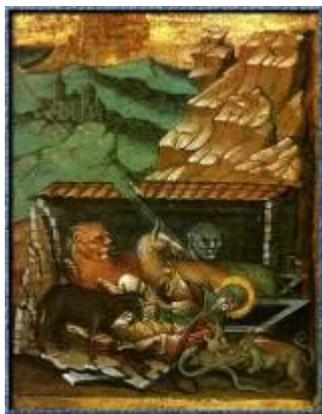


Св. „Антоний Велики“

Фиг. 2. Икона от XV в.

Две са основните форми на манастирски живот - идиоритмична (отделножителна) и киновиална (общезителна). Идиоритмични или отделножителни манастири са тези, където всеки инок има определена самостоятелност в ежедневиия си бит и медитация. Идиоритмия /Гр.- ιδιόριθμοv/ в превод означава особен, отделен. Създател е „Св. Павел Тивейски“, живял между 228 и 341 г., (Фиг. 1).

Продължител на подвижничеството е „Св. Антоний Велики“, (Фиг. 2) живял между 250 и 356 г. Той оставя светския живот и се заселва в *изсечена в скалите египетска гробница*, (Фиг. 3). Впоследствие заживява в планината при пълно усамотение в една *изоставена постройка*. С течение на времето в околностите започват да се появяват *каливи – колиби*, като хората които живеят там понякога се събират при своя духовен баща – *авва* [10].



Св. „Антоний Велики”

Фиг. 3. Изсечената в скалите египетска гробница

Най-строгите форми на отделножитие проповядват отричане от цивилния свят при максимално ограничаване на външните връзки с него и водене на отдалечен и усамотен живот (Фиг. 4).



Животът на Св. „Иван Рилски”

Фиг. 4. Гравюра в Рилският манастир



Св. „Пахомий Велики”

Фиг. 5. Икона

По-късно се появява и облекчена форма на отделножитие. При тази по-лека форма на живот, пещерата е заменена с малка къща – колиба, в която се помещават двама или трима монаси живеещи в отделни стаи, при спазване изискванията на идиоритмичен живот. Хранят се съвместно в

обща трапезария само в неделя и на големите християнски празници, но наличието на трапезария не е задължително.

Другата форма в живота, организацията и устройство на манастирите е **киновиалния или общежителен манастир**. Създадена от „Св. Пахомий Велики”, роден в гр. Тиваида, Египет и живял между 290/5 – 346/8 година (Фиг.5). Той приема отшелнически, идиоритмичен живот *и живее в килия*.

Получил от епископа разрешение да построи *църква*, а бройката на учениците и монасите се увеличавала постоянно. Това налага, *той да ги организира в единна общност, за която написва и строг устав с общи и задължителни за спазване правила наречен „типик”*. [19] Информация за организацията на живот, протичащ в средновековните манастири и за производната от това архитектура, узнаваме и от устава с правила - типик. Там разбира се няма описани строго конкретни норми за строителство, *но чрез живота на монасите и службите които са заемали, се съди освен за големината и важността на манастира, но и за основните помещения включени в площта му*.

За да функционира правилно тази подчинена на една доста сложна организация многобройна монашеска общност е задължителен адекватно функциониращ сграден фонд, [15] .

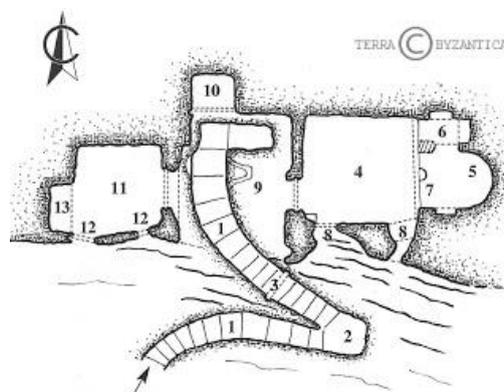
2.2. Типология на манастирите

Формираните отделножителни (идиоритмични) и общежителни (киновиални) манастири задават специфични изисквания към обемно-пространствените характеристики на сградите и се свързват с избора на територии, райони и места за тяхното изграждане. Те са предпоставката за създаване на типологично определени архитектурни модели свързани с формообразуването им.

Скитът (Гр.- Σκήτη) е първият най-стар тип идиоритмичен манастир. Като синоними на подвижнически манастири е възприето да използват обозначенията **отшелничество, аскетизъм и анахоретство** (Гр.- ἀναχωρητής).



Общ изглед към манастира- църква и килии

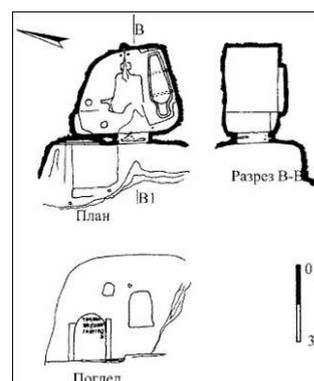


План на църквата по К. Шкорпил

Фиг. 6. Манастирът над с. Хан Крум – Шуменско плато
фотография <http://terrabyzantica.com/>



Изглед към входа на скита



план по К. Шкорпил и Г. Атанасов

Фиг. 7. Манастир Св. Георги до с. Петров дол, Провадия
фотография <http://terrabyzantica.com/>

От средновековието в България известни са: Ивановски скален манастир „Св. Архангел Михаил“, X-IX в.; „Аладжа манастир“ край гр. Варна, XIII-XIV в.; Басарбовският манастир „Св. Димитър Басарбовски“ основан кр. XII - нач. на XIII в. и много други. Характерно е наличието на малък съборен храм, с подчертан стремеж за изява на всички сакрални части, около който са индивидуалните отшелнически килии (Фиг. 6). Често килията е свързана със собствен параклис, за провеждане на уединени ритуали и молитви. В скалните скитове параклисът е свързан и с наличието

на гробна камера в близост до апсидата, по-същество за гроб на монаха, който приживе я изсича в скалата, (Фиг. 7).



Общ изглед

Фиг. 8. „Новия скит”, Атон, Гърция
фотография: <http://wikipedia.org>



Калива

Фиг. 9. „Ипатиевски манастир”, Русия
фотография: <http://agion-oros.orthodox.ru>

Както бе споменато, съществуват и скитове с различно развита и по-облекчена форма на отделножитие.[20] Те могат да бъдат определени и като полуотшелнически. Формообразуващата им структурата по-скоро може да бъдат разгледана, като на малки селища (Фиг. 8), чиито къщички наречени *калива* (постници), (Фиг. 9) са около съборния храм наречен *кириакон*, (Фиг. 10).



1.1. Кириакон „Св. Димитър”



2.1. Кириакон „Св. Андрей

Фиг. 10. 1.Скит „Ватопед” 2. Скит „Данилей”
фотография: <http://www.doxologia.ro>

Управлението на скитовете е поверено на Игумен „*Дикеѝ* (Гр.δικαῖος) - справедлив”, които се избира всяка година. В близост се намира общинският дом с помещения за гости, трапезария, която не е задължителна, за задружно ядене на големи празнични дни и жилище за „дикея”. Има и скитове които по същество са структури отворени или затворени със стени. Братята там живеят в общи сгради където се помещават отделни *килии* - *кавиа*, (Фиг. 11). През седмицата извършват духовните си подвизи в уединение, както и църковното молитвено правило в домашните си параклиси. [4]



Общ изглед



Монашеска килия - кавиа

Фиг. 11. Манастир „Св. Петър”, Атон
фотография: <http://nl.dreamstime.com>



Катизма „Св. Николай” - Атон



Новопостроена келия - Атон

Фиг. 12. Катизма – Келия
фотография: <http://cirota.ru>

Келия (Гр.- κελί) или Катизма (Гр.-κάθισμα), са скитове, които в архитектурно отношение нямат особена разлика и представляват малки

къщи с долепени до тях църкви, (Фиг.12). Катизмата няма свое братство със старец, за разлика от келията. Те се състоят от една или две стаички, стаичка за чирака, кухня и едно или повече килерчета. [2]



Манастирът „Дечани“, Сърбия



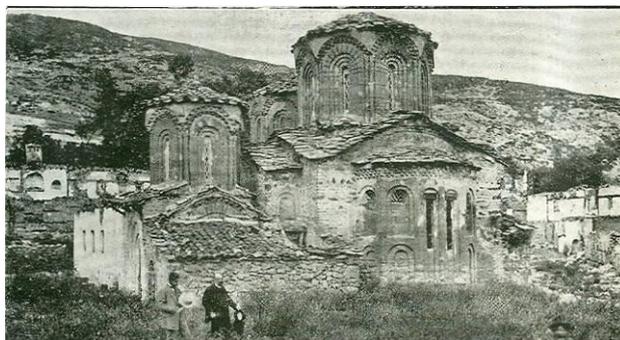
Манастир „Банска“, Сърбия

Фиг. 13. Манастири – Лаври

фотография:<http://atlantaserbs.com>

Лаврата (Гр.- λαύρα) по своята типология и същност е най-големият и привилегирован манастир, (Фиг. 13). Примери за такива са манастир „Банска“, манастир „Жича“, Царска лавра „Студеница“ в Сърбия; Великата лавра „Св. Атанасий Атонски“ в Гърция; Манастир „Великата Лавра“ в България; манастир „Св. Ахил“ в Преспа и др. Монашеският живот в първите години от създаването им е идиоритмичен, но впоследствие преминава в киновиален. Това са т. нар. „царски манастири“ или „царски лаври“ — практика, която е съществувала във Византия и която се възприема и от българските царе. В архитектурно отношение планировката на лаврите включва всички видове пространства и съоръжения на манастирското устройство. Тези общежителни манастири се управляват от *Игумен*. Там многобройното братство живее в *килии*, която представлява малка стаичка с легло, маса, стол и често долап в стената.

Католикона (Гр.- καθολικόν) е главен, основен, общ храм на киновията, (Фиг.14). Често в манастирите има множество по - малки църкви и параклиси, допълващи католикона. Той обикновено се посвещава и носи името на покровителя на манастира.



Католикон

Фиг. 14. Манастир „Света Богородица Елеуса“, Македония
фотография:[http:// wikimapia.org](http://wikimapia.org)

Трапезарията е задължително помещение, където се хранят всички монаси заедно, (Фиг.15). В трапезарията има наличие на апсида или обособено място от което Трапезарят монах води служба по време на храненето.

Кухня (магерница) обслужваща трапезарията и в непосредствена близост до нея.

В *просфорнята* се приготвя просфори (малки кръгли пшенични хлебчета) от монах – Просфорчи.

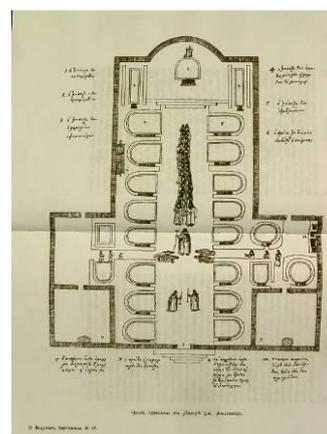
Складови помещения обслужвани и пазени от т. нар. Скевофилакс.



Интериор от трапезарията

Фиг. 15. Манастир „Св. Атанасий Атонски“, Гърция

фотография:<http://isihast.ru>



План на трапезарията

Изби - *винохранилища* разположени в най-долните или сутеренни етажи (Фиг.16).

Архондарик (Гр. *αρχονταρίκον*) е приемната за видни гости, поклонници на манастира

наричани Архонти (Фиг.17). *Параклиси* и *гробнищни църкви* за които се грижи Просфорчикът, се изграждат в двора около Католикона и са посветени на различни светии.



Винохранилище с бъчви в пода

Фиг. 16. Манастир „Мартвили”, Грузия

фотография: [http:// carstvo-maloe.com](http://carstvo-maloe.com)



Архондарик

Фиг. 17. Атон, Гърция

Фотография: <http://pagon-oros.orthodox.ru>

В специална сграда близо до църквата живее клисарът или еклесиархът (параклисар), които има различни по своя характер задължения. Като големината на сградата зависи от техния брой който е от двама до четири души.

Жилище на Игумена и Синодникон, който представлява една голяма обща стая, в която монасите се събират заедно.

Скевофилакий – ризница – съсъдоранителница е отделна сграда или помещение, може и долепено до църквата, което по същество изпълнява функциите на дяконикон. Служи за съхранение на богослужебното облекло и църковната утвар.

Камбанария – звънарница, която обикновено е с квадратен план и е самостоятелно съществуващ обем в близост до главната манастирска църква, но по-често се използва клепало.

Страноприемницата приемала пътници, поклонници, приятели монаси и др., които били настанявани там. Разполагала с много легла, пещ и огнище.

Кулата е изпълнявала функции на жилище, скривалище, затвор, параклис и библиотека (Фиг.18).



Хрелъовата кула, Рилски манастир



Кула в пристанището
„арсантата“, Атон

Фиг. 18. Манастирски кули
фотография: <http://bgjourney.com>

За болните се грижели в *болница* докато оздравеят [5].

Скрипториум (Лат. - *scriptorius*) е общо помещение в което монасите преписвали и създавали нови книги.

Главният вход се контролира от Портаря, който е настанен в малка стая непосредствено до него.



Манастир „Св. Иван Рилски“



Манастир „Св. Богородица
Петричка“, с.Бачково

Фиг. 19. Ставропигални манастири
фотография: <http://i.ytimg.com>; sibir.bg

Ставропигията (Гр. *σταυροπήγυια*), е подобен на Лаврата манастир, но основаването му е ставало само от Патриарха със забиване на кръст при мястото определено за строителство. Ставропигални български средновековни манастири са Бачковски манастир „Успение Богородично“

и Рилски манастир „Св. Иван Рилски”, (Фиг.19). Тези два манастирски типа по същество са и най-големи по форма, обем и организация на монашеското братство.

Парикия (Гр. Παροικία) – епархийски манастири, основани от местния епархийски митрополит на която територия попадат.[14] Те по площ и помещения са по-малки от лаврата и ставропигията, но по териториален признак са най-многобройни.

Метох (на гръцки: μετόχια, в свободен превод имащ дял) е недвижим имот собственост на манастир. Състои се от култови, жилищни стопански и други постройки. Намира се обикновено в населено място и изпълняват най-често стопански, но и представителни функции, свързани с издръжката и обслужването на манастирската общност. Обитават се от монаси или монахини. В параклиса на метоха се извършват богослужения. Поклонниците с настаняват в поклоннически килии. Такива са метох „Орлица”, „Пчелина” – Рилски манастир, „Бачковски” метох, „Преображенски метох” (манстир) – атонски Ватопедски манастир, в България; метох „Павлица” – манастир Градац, метох „Каково” – Хилендарски манастир, в Сърбия;

3. Заключение

До формирането на индивидуална архитектурна типология при средновековните манастири от XII – XIV в., се преминава през еднопосочно свързан процес, който е ясно и последователно диференциран, (Фиг. 20).



Фиг. 20. Схема - формиране на манастирска типология

Класификацията по съществени показатели, създава модели и определя индивидуалната за всеки манастирски тип, архитектурно-типологична характеристика в разглеждания времеви обхват.

- Големина и мащаб на застрояване

Най-големи от манастирите са Лаврата и Ставропигията. Основната разлика между тях е в това кой ги основава, Царят или Митрополита. Със средна големина са Метохът и Парикията. Най-малки са скитовете Келии – Катизми.

- Сграден фонд

Лаврата и Ставропигията включват всички помещения характерни за манастирското устройство. В Метохът и Парикията невинаги присъстват всички помещения. Метохът е различим от другите манастири по това, че основното му предназначение включително и на помещенията в него са за търговски и стопански функции. Скитове за отшелници се разполагат най-често в скални образувания, където се разполагат храма и отделни монашески килии със собствен параклис. В скит – Калива се разполага храма, а около него се строят малки къщи с две – три монашески килии и параклис. Макар и рядко в този тип скитове намират място и други обслужващи сгради. Скит – Кавиа е сграда с по-голям на брой отделножителни килии и разположена до съборен храм. Келията и Катизмата са манастири представляващи къща с килии и долепен до нея храм.

- Достъпна среда

Скитове се разполагат на най-труднодостъпни и отдалечени от цивилизацията места, а най-достъпни са Метосите и Парикията, разположени в или близо до населеното място.

- Структура на застрояване

Оградени със зидове и компактна структура са Лаврата, Ставропигията, Парикията и скитове с каливи, както и крайградските Метоси, а с разпръсната и отворена структура са отшелническите скитове и скитове с кавиа.

- Териториално разпространение

Най-многобройни и разпространени са Енорийските (Митрополитски) манастири – Парикия, следвани от Метосите и Скитовете и на последно място по брой на застрояване остават Лаврата и Ставропигията.

Анализът в типологията, дава възможност на бъдещите и настоящи проучвания да класифицират Българските манастирите от XII – XIV в. Според това да се търси логична развръзка в архитектурното им развитие и да бъдат приобщени към един или друг архитектурен тип.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] БАН. Кратка история на Българската архитектура. Изд. БАН. София, 1965 г.

[2] Божков, Б. История и съвременно състояние на Света гора. Синодално издателство, София, 2013.

[3] Вачев. Х. Резиденции, църкви и манастири през XV-XVIII в. . Изд. „Фабер”, В. Търново, 2012 г.

[4] Институт за българска история. Гръцки извори за българската история. Издание на БАН, том IV, София, 1961, 315-316

[5] Институт за българска история. Гръцки извори за българската история, том VII, Издание на БАН, София 1968 (стр 39-66)

[6] Коева, М. Поява и композиционно развитие на иконостаса IV-XVIII в. Проблеми на изкуството, 1979, 2, 46-52

[7] Лихачева, В. Искусство Византии IV-XV веков. Изд. „Искусство”. 1981

[8] Лозанова, Р. Манастирът като хронотоп на православието. Проблеми на изкуството, 1996, 4, 21-24

[9] Николова, Б. Монашество, манастири и манастирски живот в средновековна България. Т. I. Манастирите. София, 2010.

[10] Партений, епископ Левкийски, архимандрит Атанасий. Жития на светиите. Синодално издателство, София, 1991

[11] Поляковская, М. Византия, византийцы, византинисты. Издательство Уральского университета, Екатеринбург, 2003 [238-249]

[12] Стамов. С., Р. Ангелова, В. Коларова, Н. Чанева-Дечевска. Архитектурното наследство на България. Държавно издателство „Техника”. София, 1972 г.

[13] Тулешков. Н., Л. Прашков. Български манастири. Изд. „Христо Ботев”, София, 1997 г.

[14] Устав на Българската православна църква (БПЦ). Приет от VI Църковно-народен събор на 11 декември 2008 г., в Рилската света обител, публикуван в „Църковен вестник”, Извънреден брой, 09.01.2009 г.

[15] Хилендарец, С. „Обществените отношения на атонските манастири”, ПСп „Периодидическо списание”, 1904 г.; пак там, „Исторически очерк за Света Гора Атонска”, 1899.

[16] Цухлев, Д. За различните видове манастири в зависимост от възникването им. История на Българската държава. Т. 1, София, 1910, с. 524, 525

[17] Чавръков, Г. Български манастири. изд.Хайни. София, 2002 г.

[18] Чанева – Дечевска, Н. Църковната архитектура в България през XI – XIVв. Изд. БАН. София, 1988 г.

[19] Чилингиоров, А. Гръцки дневник. Изд. Интернет, София, 1989
ЕЛЕКТРОННИ ИЗТОЧНИЦИ

[20] Уикипедия - Свободната енциклопедия - <http://wikipedia.org>

[21] http://www.pravoslaviето.com/life/05.15_sv_Pahomij.htm .

[22] <http://bible.netbg.com/bible/dic/w.php?1812>

**ПРОЕКТ ЗА РЕСТАВРАЦИЯ, КОНСЕРВАЦИЯ И
ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИОННАТА ГОДНОСТ НА
ЦЪРКВА „СВ. ДИМИТЪР” В КИЛИФАРЕВСКИ МАНАСТИР „СВ.
БОГОРОДИЦА”**

Драгомир Йосифов

ВСУ „Черноризец Храбър” Варна, адрес: гр. Велико Търново,
ул. „Деньо Чоканов” 1, d_yos@abv.bg

Ирина Терзиева

ТПО Варна, адрес: гр. Варна, ул. „д-р Железкова”,
i.s.terzieva@gmail.com

***Анотация:** Анализ на одобрена от НИИКН и МК гр. София проектна разработка свързана с обект Килифаревски манастир „Св. Богородица” - паметник на културата от категория „национално значение”. Принципни положения и етапност в развитието на проекта за реставрация, консервация и възстановяване на експлоатационната годност на църква „Св. Димитър”. Възможни, необходими и доказано допустими намеси с цел: реставрация и консервация. Предложен рецептурник за изготвяне на строителни смеси приложими за паметници на културата.*

***Ключови думи:** история, консервация, реставрация*

**PROJECT FOR RESTORATION, CONSERVATION AND RECOVERY
OPERATIONAL SUITABILITY OF CHURCH „ST. DIMITAR” IN
KILIFAREVSKI MONASTERY „ST. BOGORODICA”**

Dragomir Yosifov

VFU „Chernorizets Hrabar” Varna, address: city Veliko Tyrnovo, „D.
Tshokanov” 1 str., d_yos@abv.bg

Irina Terzieva

TPO Varna, address: city Varna, „d-r. Jelezkova” str.,
i.s.terzieva@gmail.com

Abstract: Analysis approved by NINKN and MK Sofia project development related to the subject Kilifarevski monastery „St. Bogorodica „- a cultural category „national importance”. Principles, and staging in the development of the project for restoration, conservation and restoration of the operational life of the church „St. Dimitar „. Possible, necessary and acceptable interventions proven to: restoration and conservation. Proposed recipe for making mixes applicable to monuments.

Keywords: history, conservation, restoration

АРХИТЕКТУРНО-ИСТОРИЧЕСКА СПРАВКА

Имотът е собственост на Великотърновската Света Митрополия и Килифарски манастир „Св. Богородица”, съгласно нотариален акт за собственост върху недвижим имот придобит по давностно владение №129, том 2, дело № 681/1981 г. Манастирът, заедно със стенописите и иконостаса на църквата, е обявен за художествен паметник на културата в брой 51 на Държавен вестник от 1973 г.

Манастир „Св. Богородица” включва в себе си три отделни сгради:

1. Църква „Св. Димитър”
2. Стопанска и жилищна сграда - старо крило /югоизток/
3. Стопанска и жилищна сграда - ново крило / югозапад

Днешният комплекс на Килифарският манастир „Св. Богородица” лежи на поречието на р. Белица на около 4 км. югоизточно от град Килифарево, Община Велико Търново.

В началото на своето съществуване Светата обител е била разположена върху близкия хълм.

Смята се, че в първоначалния си вид Килифарския манастир е построен между 1348 и 1350 г. Основател е видният български духовник Теодосий Търновски, който с помощта на тогавашния владетел цар Иван Александър превръща Светата обител в едно от най-важните средища на

средновековната българска просвета и книжнина. За кратко време се формира Килифарската книжовна школа, в която през 1360-та година вече се обучават 460 ученика, най-известният от които е бъдещият български патриарх Евтимий Търновски.

Манастирът е бил обграден с дебели крепостни стени, а монашеските сгради са се намирали във вътрешното им лице. В средата на двора внушително се е издигала няколко етажна кула, служеща за наблюдение на пътя към Хаинбоазкия проход. Това не е попречило малко след османското нашествие по българските земи Килифарската крепост да бъде разрушена, а голямото книжовно средище – напълно унищожено.

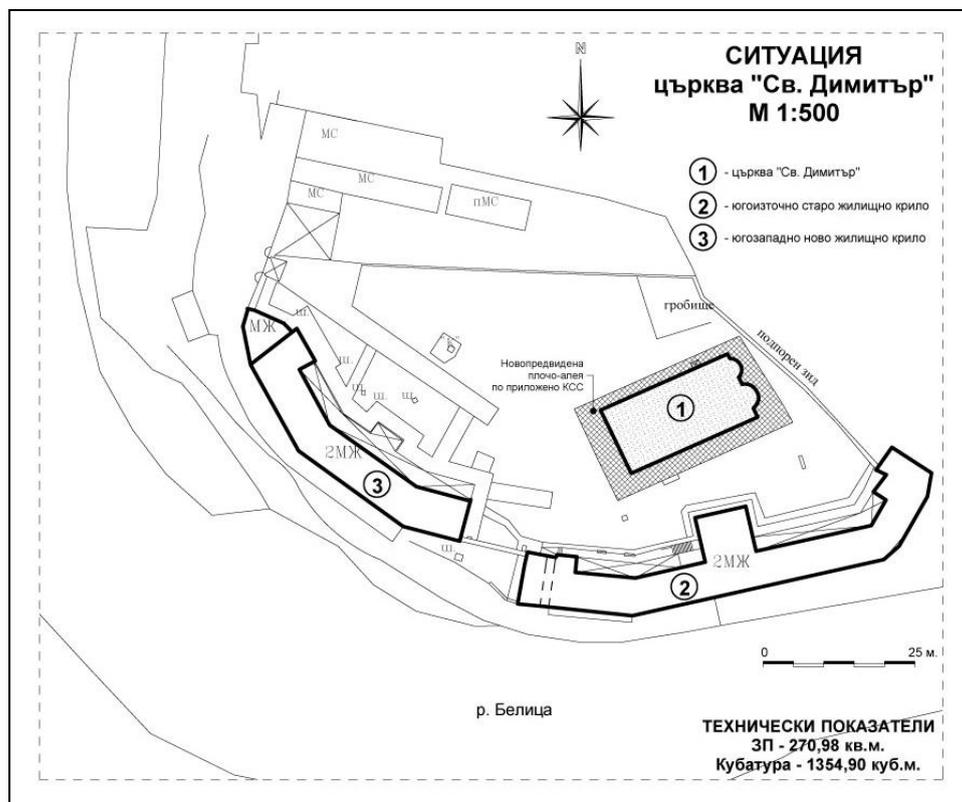
През 1718 г., манастирът е възстановен отново на днешното си място в подножието на хълма до р. Белица.

В края на 18-ти в. отново е неколккратно опустошаван от кърджалиите и впоследствие-възобновяван.

След дългогодишно настояване пред турските власти и събиране на средства, през 1840 година възрожденският майстор Колю Фичето започва изграждането на трета църква в Килифарския манастир. Той запазва част от старата олтарна стена и двата параклиса, на св. Теодосий и на св. Иван Рилски и така трите помещения са обединени под общ покрив, даващ облика на днешната еднокорабна и еднокуполна черква „Св. Димитър”.

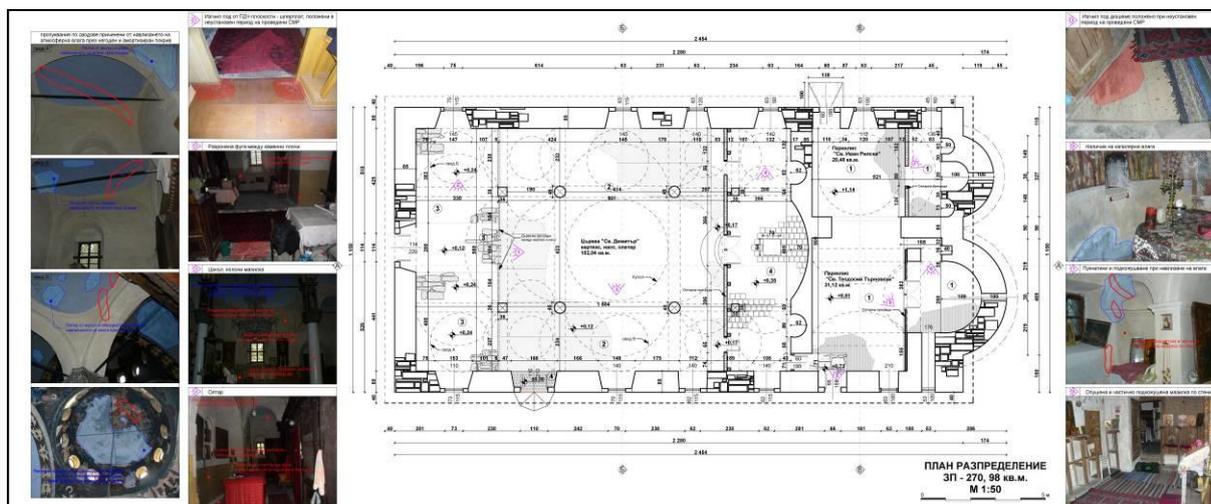
АРХИТЕКТУРНО ЗАСНЕМАНЕ

Комплексът заедно с църквата включва още две красиви жилищни и стопански сгради издигнати през 1849 г. и подредени верижно на юг, като очертават широка дъга, простираща се покрай река Белица (Фиг.1).



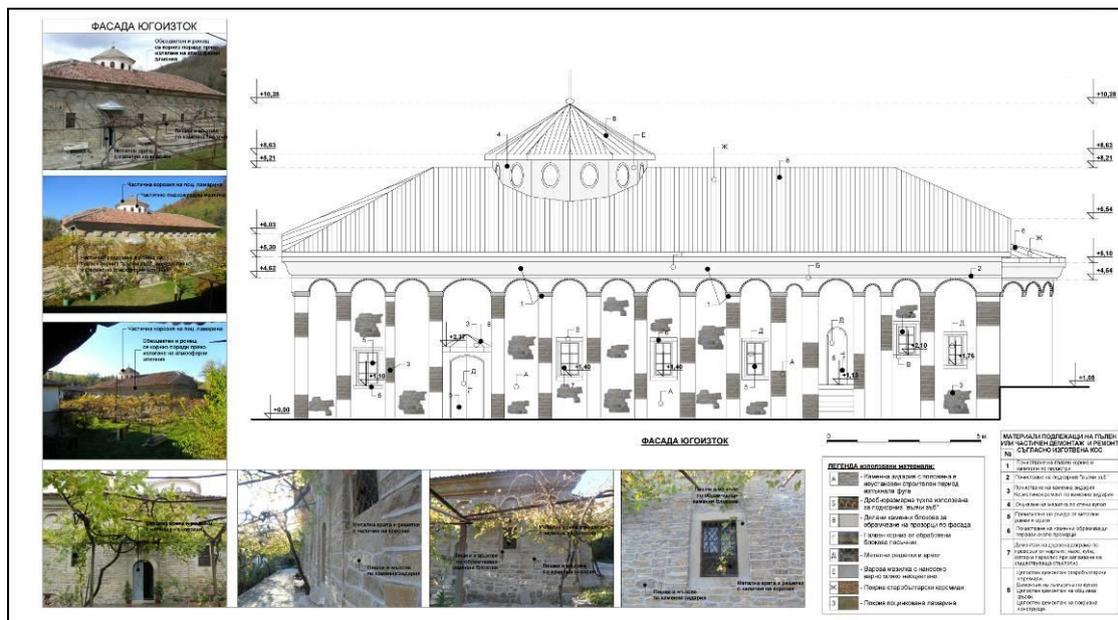
Фиг.1. Ситуационен план на Килифарски манастир „Св. Богородица” (по Д. Йосифов и И. Терзиева)

Храмът е завършен през 1842 година, като вътрешното му пространство е разчленено във формата на кръст. Църквата е изградена с каменна зидария от обработени камъни, но с различна големина и частично покрити с лишеи и мъхове. Общите и размери са 11,50 м. на 24,54 м. Общата застроена площ е от 270, 98 кв.м. и кубатура от 1354, 90 куб. м. В план църквата е кръстокуполна. Куполът е разположен върху четири каменни колони боядисани с блажна боя на пандантиви, които очертават рамената на кръста, а на многостенен барабан се издига пирамидален купол. Функционално съставена от нартекс, наос и олтар през който от вградена врата в дяконикона се преминава в двата параклиса посветени на „Св. Теодосий” и „Св. Иван Рилски” (Фиг.2).



Фиг.2. Килифарски манастир църква „Св. Димитър” план - архитектурно заснемане с патологии (по Д. Йосифов и И. Терзиева)

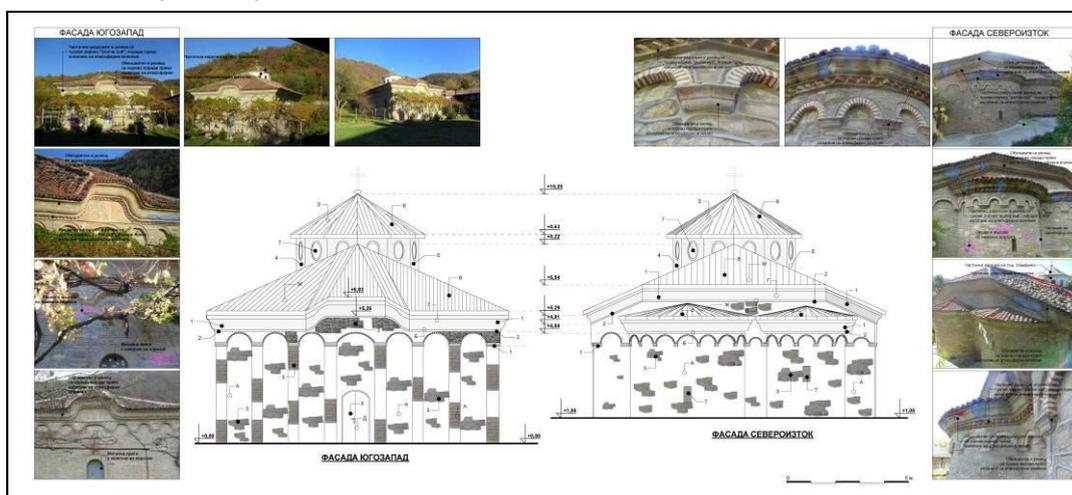
Външните стени са украсени с множество двустъпални слепи аркирани ниши. Височината до главния корниз е 4,62 м. и височина до купола 10,28 м.



Фиг.3. Килифарски манастир църква „Св. Димитър” фасада югоизток - арх. заснемане с патологии (по Д. Йосифов и И. Терзиева)

В автентичния си вид сградата е била изцяло обмазана с бяла мазилка, а главният корниз, както и корнизите върху които стъпва аркатурата от слепи ниши са били цветно боядисани. По - късно мазилката е грубо очукана. В последствие е имитирана изпъкнала фугировка между камъните, която не съвпада с истинските фуги (Фиг.3).

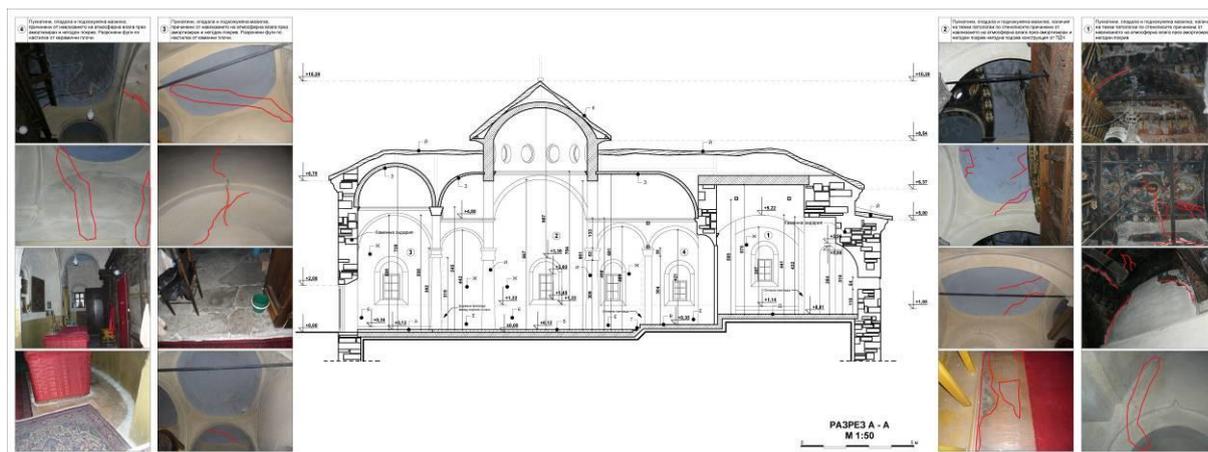
Подкорнизът изграден от единични тухли „вълчи зъб“ фугирани с бяла фуга, характерно за сгради построени от майстор Никола Фичев, се рони, а на места е частично разрушен причинено от атмосферните влияния. Характерна за неговото строителство е и кобилицата на западната фасада. Главният корниз е от обработен камък - пясъчник, който се рони, а на места е частично разрушен и напълно обезцветен, видно от автентичните податки, причинено от атмосферните влияния и човешка намеса. Куполът е бяло обмазан с варова мазилка и покрив от поцинкована ламарина. Мазилката е частично подкожушена а по ламарината има наличие на частична корозия. Към вътрешността на кубето навлиза атмосферна влага, която причинява загуба и опадване на стенописите. (Фиг.4).



Фиг.4. Килифарски манастир църква „Св. Димитър“ фасади югозапад и североизток - арх.заснемане с патологии (по Д.Йосифов и И. Терзиева)

Покривът е от едноулучни старобългарски керемиди положени върху дървена конструкция. Изцяло негоден и амортизиран. Това води до

навлизането на атмосферна влага към вътрешността на църквата - основен причинител за лошото и санитарно състояние придружено от наличните патологии (Фиг.5).



Фиг.5. Килифарски манастир църква „Св. Димитър“ вертикален разрез А-А - арх. заснемане с патологии (по Д. Йосифов и И. Терзиева)

Основната част на църквата, както и параклисът посветен на „Св. Иван Рилски“ са предимно измазани с варова мазилка - бяла по стените и в син цвят по вътрешните арки и сводове на тавана. Поради навлизането на атмосферна влага мазилките са в лошо състояние, частично подкожухени и с наличие на пукнатини. Параклисът посветен на „Св. Теодосий“ е богато стенописан, но също с наличие на пропуквания по арки и сводове и с подкожухена мазилка върху която има положени стенописи. Основният причинител е също навлизането на атмосферна влага през покрива. В частта по цокъла на параклисите има наличие на капилярна влага. Цокълът в нартекса, наоса и олтара е боядисан с цветна блажна боя. Подът в нартекса е от каменни плочи, с ронеща се и частично липсваща фугировка. В наоса пред главния вход за църквата от югоизток, подът е с автентичната настилка от керамични плочки, които са в лошо физическо състояние. Останалата част е от по - късно монтирани дървени плоскости от шперплат върху конструкцията, частично изгнили и негодни.

В олтарът пода е с оригиналната настилка от керамични плочи, които са с разронена и липсваща фуга. В двата параклиса подът е с дюшеме, частично изгнило и амортизирано.

По-съществената част от стенописите се намират в двата параклиса и датират от 1718 година. Сцените от евангелските събития се намират в горните пояси, докато долният ред е зает от фигури в цял ръст. От двете страни на олтара са изобразени фигурите на архангел Гавраил и Богородица, а в апсидата е представена „Богородица Ширшая небес“ с образа на Младенеца в утробата и. Най-долният пояс е зает от сцената „Поклонението на жертвата“. Стенописите в Килифарския манастир са характерни за началото на 18 век, като в позите и жестовете на персонажите се чувства известна скованост и диспропорционалност. Храмът е завършен, а вътрешната украса е направена година след това. Иконостасът представлява позлатена, художествено изработена творба, дело на резбарите Цоню и Симеон Василеви, баща и син от Трявна. Впечатляват и иконите, създадени от тревненските зографи Досю Коев, Симеон Симеонов, Йонко Попвитанов.

ТЕХНИЧЕСКИ ПРОЕКТ

Църквата продължава силно да присъства и в съвременното общество без изменение, преминала през средновековие и възраждане, но в един силно занемарен и изоставен вид с нарушена тектонична автентичност.

За да бъде тя приобщена и запазена за съвременното и бъдещото общество, неизменно трябва да се предвидят ремонтно - възстановителни дейности за реставрация, консервация и възстановяване на експлоатационната годност на църква „Св. Димитър“ включваща в себе си и двата параклиса, без да се нарушава сегашния и вид, като и направата на нова плочо - алея около църквата.

По външния обем на сградата се предвиждат пълни и частични ремонтно - възстановителни дейности.

Предвижда се пълна подмяна на покрива, чрез цялостен демонтаж на стария.

Направа на нова дървена покривна конструкция, полагане на топлоизолация, направа на обшивка от дъски, полагане на хидроизолация, наковаване на летви и контра летви, полагане на нови едноулучни керемиди - антик и поцинкована ламарина по покриви и полагане на капаци - антик, по била и ръбове.

Частично се възстановява главния корниз и капителите по пиластри в разрушените им части, след което се предлага възстановяването им по автентични податки в цвят по мостри от място.

Почиства се и се възстановява тухленият корниз „вълчи зъб“ в едно с тухлените аркатури, след което се префугират и консервират.

По каменната зидария се прилага козметичен ремонт и почистване с водна струя с ниско налягане.

Възстановява се частично варовата мазилка по купола, като преди това се подготви варов хастар.

Премахва се ръждата от металните елементи и части по врати и решетки, полага се грунд и се боядисва в цвят по мостри от място.

Почистват се каменните обрамчващи первази около прозорците с водна струя с ниско налягане.

Премахва се старата дървена изгнила, изкривена и негодна дограма от всички външни стени и се заменя с нова дървена в цвят максимално близък до оригиналния със стъклопакет, при запазване на съществуващата стъклопис и оригинален растер.

По вътрешния обем на сградата се предвиждат пълни и частични ремонтно - възстановителни дейности включващо и специализиран проект за реставрация на стенописи, иконостас и икони.

По подовете на двата параклиса се премахва старото и частично изгнило дюшеме и се заменя с ново. В олтарната част на църквата се запазва автентичната подова настилка, която се почиства и префугира. Почистват се и каменните блокове на солеята с вода. В наоса се премахва изцяло съществуващата подова настилка от шперплат и се възстановява съществуващата оригинална подова настилка от керамични плочки. При необходимост от запълване на разрушени или липсващи части се вземат

мостри от място. Каменните плочи по под в нартекса се измиват с вода и се префугират изцяло. Стените и таваните само в части без стенописи се очукват частично около пропуквания и в подкожушени участъци. Пукнатините се запълват със свързващи смоли и разтвори. По тези места се прави подложка от варов хастар върху който се полага варова мазилка. След цялостно почистване на всички стени и тавани се полага грунд и последно се варосва с варно мляко в бяло и цвят (син) при отчитане на съществуващите оцветявания. Синият цвят да се получи чрез експерименти на обекта и одобряване на мостри. Премахва се блажно боядисаният, олющен и очукан цокъл, подмазва се с варова мазилка, а върху нея се полага грунд и латекс в цвят по мостри от място. Премахва се и блажната боя по каменните колони, което е и забранено и се възстановява оригиналният им вид, като се почистват и консервират.

За правилното изпълнение на бъдещите строително монтажни работи се препоръчват следните технологии:

Хастар от варова мазилка - 2 части гасена вар, 3 части пясък и една част трошен мрамор измерени в обемни единици. Да не се полага мазилка с дебелина по-голяма от 1,5 см.. При необходимост от полагане на мазилка с по-голяма дебелина тя трябва да се полага на слоеве. При частично полагане (изкърпване) ръбовете на оригиналната мазилка трябва да бъдат изчеткани и да бъдат намокрени за да се предотврати изтеглянето на влагата от новата мазилка.

Грундиране преди варосване - 1 част гасена вар, 2 части фин мраморен прах, 0,1 част свързващо вещество- полимерна дисперсия с гарантирана алкалоустойчивост.

Варосване с варно мляко - 1 част гасена вар, 9 части вода

За оцветител се ползват минерални пигменти които се смесват с варта. За по добри качества на покриването да се използва двойно - свързваща акрилна емулсия, като към 1 част емулсия се прибави 10 части гасена вар. За нанасянето на варното мляко и оцветяването му се дават оказания на място от инвеститорския контрол.

Почистване на блажна боя - за премахването се използват специални компреси със смивка за размекване на боята или с пистолет за горещ въздух. След това се отстранява с водна струя, а при необходимост с пароструене или се изстъргва със специални приспособления.

Фуџи - изстъргването да е ръчно с чук и секач на дълбочина минимум два пъти по-голяма от ширината им. Забранява се ползването на ѳглошлайф. За материал се подготвя 1 част гасена вар, 1 част цимент, 6 части пясък или 1 част гасена вар, 2 части пясък и 1 част трошен мрамор. Новите фуџи трябва да отговарят на оригиналните.

В днешно време църквата запазва обема си и ритуала, но не и текстурата, която е била променяна многократно. Въпреки това тя продължава да носи своята сакралност и особено силна духовност.

Използвана литература:

1. Вачев, Х., Резиденции, църкви и манастири в търновската митрополия през XV - XVII ВЕК, Изд. „Фабер” 2012
2. Василева, Д. По въпроса за църковното строителство по време на османското владичество. Векове, 1979, 3, 36-41.
3. Загорски, И. Манастирите във Великотърновската епархия. С, 1947
4. Кратка история на българската архитектура раздел Архитектурата през турското владичество до втората половина на 18 в., С., 1965.
5. Мавродинов, Н. Еднокорабната и кръстовидната църква по българските земи. София
6. Миятев, Кр. Архитектурата на средновековна България. С., 1965
7. Тулешков, Н. Архитектурата на българските манастири. София 1988.
8. Чавръков, Г. Български манастири. С., 1976.
9. Ваклинов, С., Археология, Изд. „Наука и изкуство”, 1973г.
10. Вачева, Кр., Лекционен курс; Набор от примерни образци, предоставен на електронен носител

11. Колектив, Проучване и консервация на паметниците на културата в България Том II, Изд. ”Техника”, 1983

12. Колектив, Проучване и консервация на паметниците на културата в България Том III, Изд. ”Център за пропаганда, информация и печат при комитета за култура”, 1984

13. Колектив, Проучване и консервация на паметниците на културата в България Том IV, Изд. ”Център за пропаганда, информация и печат при комитета за култура”, 1987

14. Колектив под редакцията на Любен Прашков, Въпроси на консервацията и реставрацията – 3 тома, Изд. ”Наука и изкуство”, 1984 – 89г.

15. Ненов, Н., Практикум по химични проблеми в консервацията, Изд. ”Наука и изкуство”, 1984г.

16. Плендърлейт, Х., Консервация и реставрация на старинни предмети и художествени творби, Изд. ”Български художник”, 1971г.

17. Рачев, Р. и колектив, Проучване и консервация на паметниците на културата в България Том I, Изд. ”Наука и изкуство”, 1974