УДК 004.4:027.8

TA'LIM MUASSASALARI UCHUN "DOCUZBASE" HUJJATLAR BAZASINING VEB-SAYTI VA MOBIL ILOVASINI LOYIHALASH VA BAHOLASH

***Matrasulova Nafosat Matrasulovna*[1],**
***Abdullayev Nodir Atamuratovich*[2]**
[1]Xiva shahridagi Prezident maktabi kutubxonachisi, Osiyo xalqaro universiteti TAT-25 MM102-guruh magistranti
[2]Urganch shahridagi Muhandislik maktabi o'quv ishlari bo'yicha direktor o'rinbosari, Osiyo xalqaro universiteti TAT-25 MM102-guruh magistranti
E-mail: napuw89@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ta'lim muassasalari uchun o'zbek tilidagi me'yoriy-huquqiy, o'quv-metodik va ma'muriy hujjatlarni yagona raqamli bazada jamlovchi "DocUzBase" tizimining veb-sayti va mobil ilovasini loyihalash va baholash natijalari bayon etilgan. Tadqiqot dizayn-tadqiqot (Design Science Research) metodologiyasiga asoslanadi. Talablar MoSCoW usulida ustuvorlashtirildi va ISO/IEC 25010 sifat modeli bo'yicha o'lchanadigan ko'rsatkichlarga aylantirildi. Uch qatlamli arxitektura, uchinchi normal shakldagi ma'lumotlar modeli hamda lotin va kirill yozuvlarini, apostrofning turli shakllarini hisobga oluvchi gibrid qidiruv algoritmi ishlab chiqildi. Veb-sayt sifati Lighthouse va WCAG 2.1, xavfsizligi OWASP Top 10, qulayligi SUS shkalasi bilan baholandi, vazifa bajarish vaqtlari Uilkokson mezoni bilan taqqoslandi.

Kalit so'zlar: raqamli hujjatlar bazasi, veb-sayt, mobil ilova, ikki yozuvli qidiruv, transliteratsiya, ISO/IEC 25010, SUS.

1. Kirish

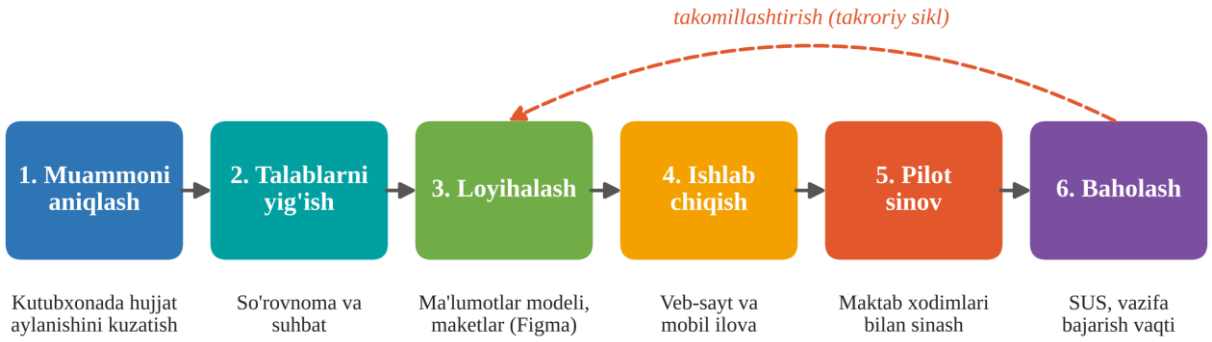
Ta'lim muassasalarida hujjatlar hamon qog'oz papkalar, alohida kompyuterlar va messenjer guruhlarida saqlanadi. Natijada kerakli buyruq, nizom yoki o'quv rejasini topish ko'p vaqt oladi, eski va amaldagi tahrirlar aralashib ketadi. "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi elektron hujjat aylanishini kengaytirishni ustuvor vazifa sifatida belgilaydi [1]. O'zbek tilidagi tizim uchun esa ikki o'ziga xos muammo bor: fondda lotin va kirill yozuvidagi matnlar yonma-yon saqlanadi [3], o‘ va g‘ harflaridagi belgi esa kamida to'rt xil shaklda (‘, ', `, ‘) yoziladi. Natijada oddiy matn qidiruvi bir xil so'zni turli so'z deb qabul qiladi.

Raqamli kutubxonaning asosiy qismlari – metama'lumotlar, indekslash va qidiruv [20], to'liq matnli qidiruv va relevantlik nazariyasi [14] yaxshi o'rganilgan. ISO 15489-1:2016 hujjatlar yaxlitligi talablarini [10], ISO/IEC 25010 dasturiy mahsulot sifati modelini [11] belgilaydi, kross-platformali yondashuv esa mobil ishlab chiqish xarajatini kamaytiradi [5]. Biroq o'zbek tilining ikki yozuvli muhitiga moslashgan, veb va mobil platformalarni yagona bazada birlashtirgan maktab tizimlari ilmiy jihatdan yetarlicha asoslanmagan.

Tadqiqot maqsadi – "DocUzBase" veb-sayti va mobil ilovasini ilmiy asoslangan talablar, ma'lumotlar modeli va qidiruv algoritmi asosida loyihalash hamda samaradorligini baholash. **Gipotezalar:** H1 – tizim orqali hujjatni topish, yuklash va ulashish vaqti an'anaviy usulga nisbatan statistik ahamiyatli darajada kam ($p < 0,05$); H2 – o'rtacha SUS bali 68 dan yuqori.

2. Materiallar va metodlar

2.1. Tadqiqot dizayni. Tadqiqot dizayn-tadqiqot metodologiyasi asosida olti bosqichda olib borildi [9; 17] (1-rasm). Tajriba maydonchasi sifatida Xiva shahridagi Prezident maktabi (kutubxona fondi) va Urganch shahridagi Muhandislik maktabi (o'quv ishlariga oid ma'muriy hujjatlar) tanlandi.



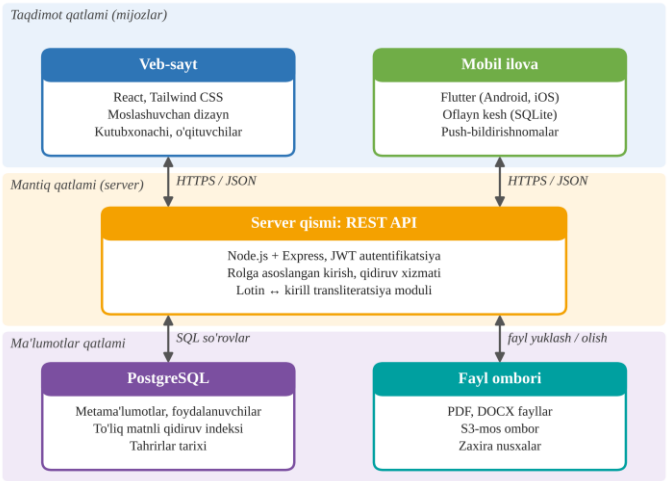
1-rasm. Tadqiqotning dizayn-tadqiqot bosqichlari

2.2. Talablar. Talablar ikki maktabdagi [N] nafar xodim bilan so'rovnoma va suhbat orqali yig'ildi va MoSCoW usulida ustuvorlashtirildi (1-jadval). Nofunksional talablar ISO/IEC 25010 xususiyatlariga bog'lanib, o'lchov ko'rsatkichi va maqsadli qiymat bilan ifodalandi (4-jadval).

1-jadval. *Funksional talablar va ularning platformalar bo'yicha amalga oshirilishi*

Kod	Talab	Ustuvorlik	Veb	Mobil
FT-1	Autentifikatsiya va rolga ko'ra huquq berish (JWT)	Must	+	+
FT-2	Hujjatni metama'lumotlari bilan yuklash (PDF, DOCX)	Must	+	cheklangan
FT-3	Lotin va kirill yozuvida bir xil natija beruvchi qidiruv	Must	+	+
FT-4	Hujjatlarni ierarxik toifalar bo'yicha tasniflash	Must	+	+
FT-5	Tahrirlar tarixi va amaldagi tahrirni belgilash	Should	+	ko'rish
FT-6	Muddatli havola va QR-kod orqali ulashish	Should	+	+
FT-7	Hujjatlarni oflayn saqlash	Should	–	+
FT-8	Foydalanish statistikasi va qidiruv jurnali	Could	+	–

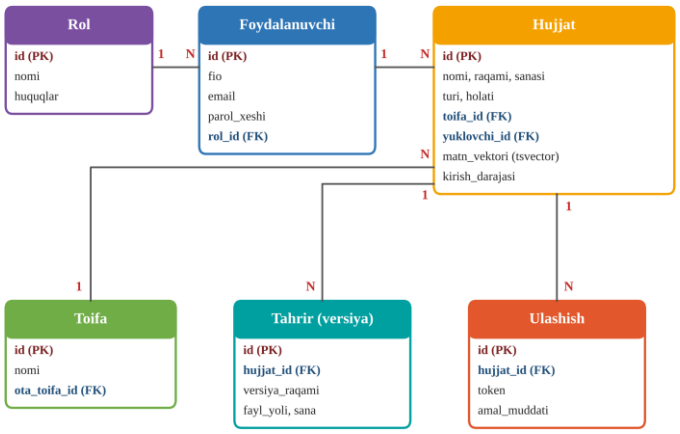
2.3. Arxitektura va ma'lumotlar modeli. Tizim uch qatlamli mijoz–server arxitekturasida qurildi (2-rasm): veb-sayt (React) va mobil ilova (Flutter) REST tamoyillariga asoslangan yagona API (Node.js, Express) orqali PostgreSQL bazasi va fayl omboriga murojaat qiladi [8]. Biznes-mantiq faqat serverda joylashgani uchun hujjat bir marta yuklansa, ikkala platformada ham darhol ko'rinadi.



2-rasm. DocUzBase tizimining uch qatlamli arxitekturasi

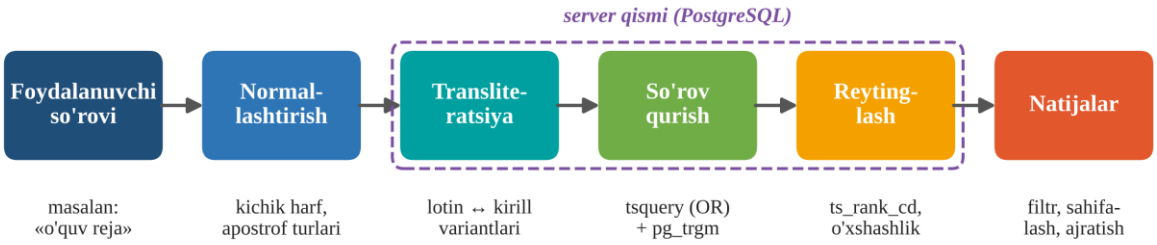
Ma'lumotlar bazasi “mohiyat–aloqa” modeli asosida loyihalanib [7], uchinchi normal shaklga keltirildi (3-rasm). Markaziy “Hujjat” mohiyati “Toifa”, “Foydalanuvchi”, “Tahrir” va “Ulashish” bilan “bir–ko'p” munosabatida bog'langan,

toifalar o'z-o'ziga havola orqali ierarxiya hosil qiladi. Matn tsvector maydonida indekslanadi, har bir versiya “Tahrir” jadvalida saqlanadi, bu ISO 15489-1 dagi kuzatuvchanlik talabini ta'minlaydi [10].



3-rasm. DocUzBase ma'lumotlar bazasining ER-modeli

2.4. Ikki yozuvli qidiruv algoritmi. So'rov avval normallashtiriladi (kichik harf, apostrofning barcha shakllari bir xillashtiriladi), so'ng transliteratsiya moduli uning lotin va kirill variantlarini hosil qiladi (2-jadval). Variantlar “YOKI” bilan to'liq matnli so'rovga birlashtiriladi, imlo xatolariga chidamlilik uchun trigramma o'xshashligi qo'shiladi [14] (4-rasm).



4-rasm. Ikki yozuvli qidiruv algoritmining bosqichlari

2-jadval. *Asosiy transliteratsiya qoidalari*

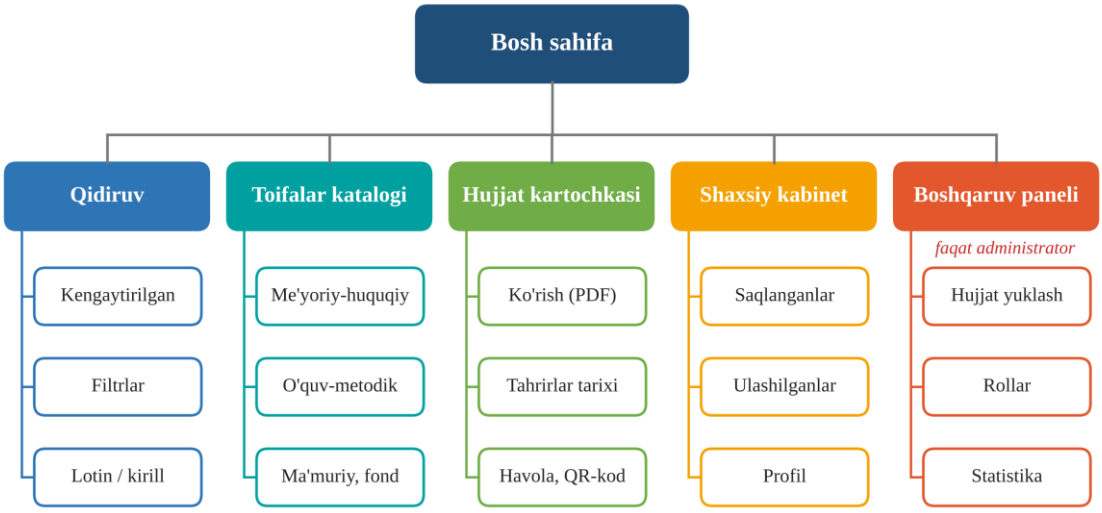
Lotin	Kirill	Izoh
o‘ / g‘	ў / ғ	Apostrofning 4 shakli oldindan bir xillashtiriladi
sh / ch / q / h	ш / ч / қ / ҳ	Ikki harfli birikmalar va maxsus harflar
yo / yu / ya / e	ё / ю / я / э, е	So'z boshida э, boshqa holatlarda е
ts / ’	ц / ъ	O'zlashma so'zlar lug'at bo'yicha; ma’lumot – маълумот

Hujjatning relevantlik bahosi to'liq matnli reyting va trigramma o'xshashligining chiziqli kombinatsiyasidir:

$$S(d, q) = \alpha \cdot R(d, q) + (1 - \alpha) \cdot T(d, q), \quad (1)$$

bu yerda R – ts_rank_cd bo'yicha normallashtirilgan reyting, T – trigramma o'xshashligi (0–1), α – vazn koeffitsiyenti (boshlang'ich qiymat 0,7, Precision@10 bo'yicha aniqlashtiriladi).

2.5. Veb-sayt interfeysi va xavfsizlik. Sayt besh bo'limdan iborat va har bir hujjatga ko'pi bilan uch bosishda yetib boriladi (5-rasm). Interfeys Nielsen evristikalari [15], moslashuvchan dizayn [21] va WCAG 2.1 AA [19] asosida loyihalandi. Xavfsizlik OWASP Top 10 [16] bo'yicha ta'minlandi: HTTPS, qisqa muddatli JWT [12], bcrypt xeshlash, parametrlashtirilgan SQL va kirish urinishlarini cheklash; shaxsiy ma'lumotlar qonun talablariga muvofiq qayta ishlanadi [2].



5-rasm. DocUzBase veb-saytining tuzilmasi

2.6. Baholash usullari. Qulaylik 10 bandli SUS so'rovnomasi bilan o'lchandi [6]:

$$\text{SUS} = 2{,}5 \cdot [\, \Sigma\,(x - 1) + \Sigma\,(5 - y)\,], \quad (2)$$

bu yerda x – toq (ijobiy), y – juft (salbiy) bandlarga berilgan baho (1–5); 68 dan yuqori ball o'rtachadan yuqori qulaylikni bildiradi [4; 13]. Uch vazifani bajarish vaqti an'anaviy usul va tizim orqali o'lchanib, Uilkokson mezoni bilan taqqoslandi ($\alpha = 0{,}05$) [18; 22]. Texnik sifat Lighthouse, qidiruv aniqligi Precision@10 bilan baholandi [14].

3. Natijalar

Prototipda 1-jadvaldagi “Must” va “Should” toifasidagi barcha talablar amalga oshirildi. Qidiruv satriga “o'quv reja” deb yozilganda kirill yozuvidagi “ўқув режа” bor hujjatlar ham topiladi, “o‘quv” va “o‘quv” shakllari natijaga ta'sir qilmaydi. Rollar bo'yicha huquqlar 3-jadvalda keltirilgan; ular server qismida tekshiriladi, shuning uchun to'g'ridan-to'g'ri API so'rovlari ham cheklovni chetlab o'ta olmaydi.

3-jadval. *Foydalanuvchi rollari va kirish huquqlari*

Amal	Administrator	Xodim	O'quvchi
Ochiq materiallarni ko'rish, qidiruv	+	+	+
Xizmat hujjatlarini ko'rish	+	+ (o'z bo'limi)	–
Hujjat yuklash va tahrirlash	+	taklif yuborish	–
Hujjatni ulashish	+	+	–
Rollarni boshqarish, statistika	+	–	–

Veb-sayt sifat ko'rsatkichlari maqsadli qiymatlar bilan 4-jadvalda, pilot sinov natijalari 5-jadvalda taqqoslangan.

4-jadval. *Nofunksional talablar (ISO/IEC 25010): maqsadli va erishilgan qiymatlar*

Xususiyat	Ko'rsatkich	Maqsad	Natija
Samaradorlik	LCP (Lighthouse), s	≤ 2,5	[ ]
Samaradorlik	API javob vaqti (p95), ms	≤ 500	[ ]
Qulaylik	SUS bali	> 68	[ ]
Qulaylik	Lighthouse Accessibility (WCAG 2.1 AA)	≥ 90	[ ]
Funksional moslik	Qidiruv aniqligi, Precision@10	≥ 0,80	[ ]
Xavfsizlik	OWASP Top 10 kritik zaifliklar	0	[ ]
Ishonchlilik	Oylik ishlash vaqti, %	≥ 99	[ ]

5-jadval. *Pilot sinov: vazifa bajarish vaqti (Me [IQR], s), N = [ ]*

Vazifa	An'anaviy usul	DocUzBase	Z	p
Hujjatni topish	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Hujjatni yuklash va toifalash	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Hujjatni hamkasbga ulashish	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

Izoh: Me – mediana, IQR – kvartillararo oraliq; Z, p – Uilkokson mezoni. Kvadrat qavsdagi qiymatlar pilot sinov ma'lumotlari bilan to'ldiriladi.

4. Muhokama

Talablarni MoSCoW usulida ustuvorlashtirish va ISO/IEC 25010 asosida o'lchanadigan ko'rsatkichlarga aylantirish tizimni aniq mezonlar bilan baholash imkonini berdi, bu dizayn-tadqiqotning artefaktni qat'iy baholash talabiga mos keladi [9]. Yagona REST API veb va mobil platformalarning bir xil ma'lumotlar bilan ishlashini ta'minladi, Flutter tanlovi kross-platformali ishlab chiqish bo'yicha xulosalarni tasdiqlaydi [5].

Tadqiqotning asosiy ilmiy yangiligi – o'zbek tilining ikki yozuvli muhitiga moslashgan gibrid qidiruv algoritmi. Standart to'liq matnli qidiruvdan farqli ravishda u transliteratsiya, apostrof shakllarini bir xillashtirish va trigramma o'xshashligini birlashtiradi, shu bois so'rov qaysi yozuvda kiritilganidan qat'i nazar bir xil natija olinadi. H1 gipoteza Uilkokson mezoni bo'yicha $p < 0,05$ bo'lsa, H2 esa o'rtacha SUS bali 68 dan yuqori bo'lsa qabul qilinadi [4; 13].

Cheklovlar: sinov ikki maktabda, cheklangan tanlanmada o'tkazildi; skanerlangan hujjatlar uchun OCR moduli yo'q; o'zlashma so'zlar transliteratsiyasi lug'atni muntazam to'ldirishni talab qiladi. **Amaliy ahamiyati:** tizim maktab kutubxonasini hujjatlar bilan ishlashning raqamli markaziga aylantiradi, ishlab chiqilgan talablar, model va algoritm boshqa ta'lim muassasalari uchun metodik asos bo'la oladi.

5. Xulosa

1. Dizayn-tadqiqot metodologiyasi asosida “DocUzBase” veb-sayti va mobil ilovasi loyihalandi va ishlab chiqildi.

2. Talablar MoSCoW usulida ustuvorlashtirilib, ISO/IEC 25010 asosida o'lchanadigan sifat ko'rsatkichlariga aylantirildi.

3. Uch qatlamli arxitektura, yagona REST API va uchinchi normal shakldagi ma'lumotlar modeli veb va mobil platformalarning izchil ishlashini ta'minladi.

4. Lotin va kirill yozuvlarini hamda apostrof shakllarini hisobga oluvchi gibrid qidiruv algoritmi taklif etildi.

5. SUS, Lighthouse, OWASP Top 10 va Uilkokson mezoniga asoslangan takrorlanadigan baholash metodikasi ishlab chiqildi. Kelgusida OCR modulini qo'shish va tizimni maktablar tarmog'ida keng sinash rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son “Raqamli O'zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi Farmoni.

2. O'zbekiston Respublikasining 2019-yil 2-iyuldagi O'RQ-547-son “Shaxsga doir ma'lumotlar to'g'risida”gi Qonuni.

3. O'zbekiston Respublikasining 1993-yil 2-sentabrdagi “Lotin yozuviga asoslangan o'zbek alifbosini joriy etish to'g'risida”gi Qonuni (1995-yil 6-maydagi tahriri).

4. Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human–Computer Interaction, 24*(6), 574–594. https://doi.org/10.1080/10447310802205776

5. Biørn-Hansen, A., Grønli, T.-M., & Ghinea, G. (2018). A survey and taxonomy of core concepts and research challenges in cross-platform mobile development. *ACM Computing Surveys, 51*(5), Article 108. https://doi.org/10.1145/3241739

6. Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale. In P. W. Jordan et al. (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). Taylor & Francis.

7. Chen, P. P. (1976). The entity-relationship model – toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems, 1*(1), 9–36. https://doi.org/10.1145/320434.320440

8. Fielding, R. T. (2000). *Architectural styles and the design of network-based software architectures* (Doctoral dissertation). University of California, Irvine.

9. Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly, 28*(1), 75–105.

10. ISO 15489-1:2016. *Information and documentation – Records management – Part 1: Concepts and principles.* ISO.

11. ISO/IEC 25010:2011. *Systems and software engineering – SQuaRE – System and software quality models.* ISO.

12. Jones, M., Bradley, J., & Sakimura, N. (2015). *JSON Web Token (JWT)* (RFC 7519). IETF. https://doi.org/10.17487/RFC7519

13. Lewis, J. R. (2018). The System Usability Scale: Past, present, and future. *International Journal of Human–Computer Interaction, 34*(7), 577–590. https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307

14. Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). *Introduction to information retrieval.* Cambridge University Press.

15. Nielsen, J. (1994). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 152–158). ACM. https://doi.org/10.1145/191666.191729

16. OWASP Foundation. (2021). *OWASP Top 10:2021.* https://owasp.org/Top10/

17. Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems, 24*(3), 45–77. https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302

18. Sauro, J., & Lewis, J. R. (2016). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research* (2nd ed.). Morgan Kaufmann.

19. W3C. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1.* https://www.w3.org/TR/WCAG21/

20. Witten, I. H., Bainbridge, D., & Nichols, D. M. (2010). *How to build a digital library* (2nd ed.). Morgan Kaufmann.

21. Marcotte, E. (2010). Responsive web design. *A List Apart*, 306. https://alistapart.com/article/responsive-web-design/

22. Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin, 1*(6), 80–83. https://doi.org/10.2307/3001968