

UX w systemach sterujących inteligentnymi domami: przegląd wybranych koncepcji projektowych

Iwona Grobelna, Mateusz Komarowski

Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Automatyki, Elektroniki i Elektrotechniki, ul. prof. Z. Szafrana 2, 65-516 Zielona Góra

Streszczenie: Technologie inteligentnych domów (Smart Home) wprowadzają nowe możliwości zwiększania komfortu i bezpieczeństwa użytkowników oraz efektywności energetycznej budynku. Jednak ich skuteczność i akceptacja zależą w dużej mierze od jakości doświadczeń użytkownika (UX). Niniejszy przegląd wybranych koncepcji projektowych analizuje rozwijającą się dziedzinę projektowania zorientowanego na użytkownika w obszarze inteligentnych domów, podkreślając jej rolę w poprawie doświadczeń użytkownika oraz jego satysfakcji. Artykuł omawia aktualne wyzwania i zasady projektowania interfejsów, identyfikując kluczowe grupy użytkowników, ich motywacje oraz bariery związane z obsługą tych systemów. Wskazuje kluczowe zasady projektowe, takie jak intuicyjność, dostępność czy emocjonalne zaangażowanie użytkowników, nawiązuje również do przyjętych norm i powszechnych praw psychologii. Prezentuje narzędzia i metody, w tym testy użyteczności, prototypowanie oraz metryki oceny, które pozwalają projektować bardziej efektywne i przyjazne systemy. Na koniec, artykuł wskazuje potencjalne kierunki rozwoju projektowania zorientowanego na użytkownika systemów sterujących inteligentnymi domami w najbliższych latach, w kontekście nowoczesnych technologii i zmieniających się oczekiwań użytkowników.

Słowa kluczowe: doświadczenie użytkownika, projektowanie użytkowe, Smart Home, systemy sterowania, technologie inteligentne, UX

1. Wprowadzenie

Postępujący rozwój technologii i coraz większa popularność Internetu Rzeczy IoT (ang. *Internet of Things*) przyczyniły się do dynamicznego wzrostu zainteresowania inteligentnymi domami (ang. *Smart Homes*) [1]. Nowoczesne rozwiązania integrujące różnorodne urządzenia i systemy mają na celu poprawę komfortu, bezpieczeństwa użytkowników oraz efektywności energetycznej budynku. Aktualne zastosowania inteligentnych domów obejmują między innymi zarządzanie oświetleniem, ogrzewaniem, systemami bezpieczeństwa oraz rozrywką, czyniąc je coraz bardziej wszechobecnymi w codziennym życiu. Pomimo licznych korzyści, które oferują inteligentne domy, ich skuteczność i akceptacja zależą w dużej mierze od doświadczenia użytkownika UX (ang. *User Experience*) [1]. Wymagania współczesnych użytkowników wobec technologii są wysokie – oczekują oni, że systemy będą nie tylko funkcjonalne, ale także łatwe w obsłudze, intuicyjne i dostosowane do ich indywidualnych potrzeb [2]. Projektowanie zorientowane na użytkownika

w kontekście inteligentnych domów staje się więc kluczowym wyzwaniem, które wymaga połączenia wiedzy z zakresu technologii, psychologii użytkownika oraz designu.

Inteligentne domy to nowoczesne budynki wyposażone w technologie umożliwiające automatyzację i zdalne sterowanie różnymi funkcjami, takimi jak oświetlenie, ogrzewanie, systemy zabezpieczeń czy multimedia. Systemy te są zazwyczaj zintegrowane w ramach jednej infrastruktury i połączone z Internetem, co umożliwia ich kontrolę za pomocą aplikacji mobilnych, komend głosowych czy paneli sterowania. Ich głównym celem jest zwiększenie komfortu użytkowników, poprawa bezpieczeństwa oraz optymalizacja zużycia energii. Wskazuje się, że idealny Smart Home powinien charakteryzować się [1]:

1. adaptacyjnością, czyli zdolnością do dostosowywania się do potrzeb użytkownika;
2. interoperacyjnością, która pozwala na współpracę urządzeń różnych producentów;
3. intuicyjnością, zapewniającą łatwą i bezproblemową obsługę dla użytkownika.

User Experience (w skrócie UX), czyli doświadczenie użytkownika, odnosi się do ogólnych wrażeń, jakie dana osoba ma podczas interakcji z produktem, systemem lub usługą. W kontekście systemów Smart Home, UX obejmuje aspekty, takie jak łatwość obsługi, intuicyjność interfejsu, poczucie kontroli nad systemem oraz ogólne zadowolenie użytkownika.

Celem artykułu jest przegląd wybranych koncepcji projektowych oraz omówienie wyzwań i kluczowych zasad związanych z projektowaniem systemów sterujących inteligentnymi domami, ze szczególnym uwzględnieniem roli użytkownika. Dokonano subiektywnej analizy aktualnej literatury naukowej, co pozwo-

Autor korespondujący:

Iwona Grobelna, i.grobelna@iee.uz.zgora.pl

Artykuł recenzowany

nadesłany 04.02.2025 r., przyjęty do druku 24.04.2026 r.



Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Int.

liło na przedstawienie głównych potrzeb użytkowników oraz barier akceptacji, a także zaprezentowanie narzędzi i metod stosowanych w procesie projektowym, umożliwiających analizę i porównanie różnych podejść projektowych. Artykuł kompleksowo omawia metody projektowania w kontekście inteligentnych domów, uwzględniając najnowsze osiągnięcia technologiczne oraz aktualne źródła naukowe. Szczególną uwagę poświęcono również znaczeniu przyjętych norm i standardów (ISO, heurystyki Nielsena, zasady psychologiczne) w kształtowaniu dostępnych i intuicyjnych interfejsów użytkownika. Przeprowadzona analiza pozwala na identyfikację kluczowych wyzwań oraz trendów w projektowaniu intuicyjnych i funkcjonalnych systemów dostosowanych do potrzeb użytkowników, a także dostarcza cenne wskazówki dla rozwoju tej dynamicznie rozwijającej się dziedziny.

Artykuł został zorganizowany w sposób umożliwiający systematyczne omówienie kluczowych aspektów projektowania zorientowanego na użytkownika w kontekście inteligentnych domów. Po wprowadzeniu przedstawiono podstawowe definicje oraz główne wyzwania projektowe (Sekcja 2), a następnie scharakteryzowano użytkowników systemów Smart Home oraz ich potrzeby (Sekcja 3). Kolejne sekcje obejmują zasady projektowe (Sekcja 4), normy i prawa (Sekcja 5) oraz narzędzia i metody projektowe (Sekcja 6). W Sekcji 7 omówiono kierunki rozwoju tej dziedziny, uwzględniając wpływ nowych technologii i regulacji. Artykuł kończy podsumowanie zawierające kluczowe wnioski i rekomendacje (Sekcja 8).

2. Podejście zorientowane na użytkownika

Projektowanie zorientowane na użytkownika wiąże się z wieloma wyzwaniami, wynikającymi zarówno z natury użytych technologii, jak i z oczekiwań użytkowników. Jednym z najważniejszych problemów jest złożoność systemów Smart Home. Zazwyczaj składają się one z wielu urządzeń, które muszą działać w sposób zintegrowany. Powoduje to, że użytkownicy często napotykają trudności związane z konfiguracją oraz obsługą. W efekcie, systemy te zamiast ułatwiać życie, mogą powodować frustrację i zniechęcenie. Projektanci muszą zatem skupić się na upraszczaniu interfejsów oraz na tworzeniu bardziej intuicyjnych sposobów obsługi [1]. Problemem jest też brak standaryzacji wśród producentów urządzeń Smart Home. Na rynku dostępnych jest wiele odmiennych platform, co sprawia, że użytkownicy nierzadko muszą korzystać z różnych aplikacji i systemów, aby sterować poszczególnymi urządzeniami. To z kolei prowadzi do problemów z interoperacyjnością i obniża ogólną jakość doświadczenia. Idealnym rozwiązaniem byłoby stworzenie jednolitych standardów, które pozwalałyby na płynną integrację urządzeń różnych marek [3, 4].

Aspektem, który budzi szczególne obawy użytkowników, jest prywatność i bezpieczeństwo danych. Inteligentne domy gromadzą ogromne ilości informacji o swoich mieszkańcach – od nawyków i preferencji po szczegółowe dane dotyczące lokalizacji czy harmonogramu dnia. Te dane mogą stać się celem cyberataków lub nieuczciwego wykorzystania przez firmy trzecie. W związku z tym projektanci interfejsów muszą zadbać o to, by użytkownicy czuli się bezpiecznie, wprowadzając mechanizmy kontroli nad prywatnością oraz transparentne zasady dotyczące przetwarzania danych [5, 6]. Jednym z trudniejszych wyzwań w projektowaniu Smart Homes jest również zarządzanie oczekiwaniami użytkowników. Wiele osób wyobraża sobie, że systemy te będą działały niemal bezbłędnie, automatycznie dostosowując się do ich potrzeb. W rzeczywistości urządzenia często wymagają regularnej konfiguracji, aktualizacji czy manualnego nadzoru. Tego rodzaju rozbieżność między oczekiwaniami a rzeczywistością może prowadzić do rozczarowania. Dlatego ważne jest projek-

owanie systemów, które są nie tylko funkcjonalne, ale też jasno komunikują możliwości i ograniczenia [7].

Aby sprostać wyzwaniom związanym z projektowaniem inteligentnych domów, niezbędne jest zastosowanie określonych zasad i podejść projektowych. Kluczowym podejściem jest projektowanie skoncentrowane na użytkowniku UCD (ang. *User-Centered Design*), które polega na dokładnym poznaniu potrzeb, preferencji i ograniczeń użytkowników, a następnie dostosowaniu do nich rozwiązania technologicznego [8, 9]. Proces projektowy angażuje użytkowników na każdym etapie tworzenia systemu, co pozwala uniknąć wielu problemów związanych z jego późniejszym użytkowaniem.

Równie istotne jest projektowanie interfejsów w sposób minimalistyczny, z naciskiem na funkcjonalności, które są najbardziej istotne w danym momencie. Minimalizm pozwala zredukować przeciążenie informacyjne, dzięki czemu użytkownicy łatwiej odnajdują się w systemie i chętniej z niego korzystają [10]. Na znaczeniu zyskuje również personalizacja, która umożliwia systemowi dostosowanie swojego działania do specyficznych potrzeb i preferencji użytkownika [11]. Projektowanie systemów Smart Home wymaga też spójności interfejsów w obrębie różnych urządzeń [3, 4, 12]. Dzięki temu użytkownicy mogą łatwiej nauczyć się obsługi nowych elementów systemu, co zwiększa ich satysfakcję z korzystania z technologii. Takie podejście sprawia, że inteligentny dom staje się nie tylko zaawansowaną technologicznie przestrzenią, ale także środowiskiem przyjaznym i dostępnym dla każdego.

3. Charakterystyka użytkowników

Inteligentne domy, jako zaawansowane technologicznie środowiska, są użytkowane przez zróżnicowane grupy osób, które różnią się między sobą potrzebami, oczekiwaniami i umiejętnościami technologicznymi. Każda z tych grup wchodzi w interakcję z technologią na różne sposoby, co sprawia, że istotne jest dokładne zrozumienie charakterystyki użytkowników. Pozwala to projektantom systemów tworzyć rozwiązania dostosowane do realnych potrzeb odbiorców, co przekłada się na wyższą akceptację technologii i jej efektywne wykorzystanie. W kontekście Smart Home można wyróżnić kilka podstawowych grup użytkowników [1, 13], które różnią się zarówno podejściem do technologii, jak i sposobem jej wykorzystania.

3.1. Technologiczni entuzjaści

Pierwszą grupą są technologiczni entuzjaści, czyli osoby szczególnie zainteresowane nowinkami technologicznymi. Użytkownicy ci chętnie eksperymentują z nowymi urządzeniami i platformami, a także doceniają zaawansowane funkcje systemów Smart Home. Często potrafią samodzielnie rozwiązywać problemy techniczne. Dla tej grupy kluczowe znaczenie mają innowacyjność i elastyczność technologii, które pozwalają na jej dostosowanie do indywidualnych potrzeb [1].

3.2. Rodziny i gospodarstwa

Inną grupą są rodziny i gospodarstwa domowe, które korzystają z technologii Smart Home przede wszystkim w celu poprawy komfortu życia i bezpieczeństwa. W tym kontekście istotne stają się funkcje, takie jak monitoring dzieci, automatyczne zarządzanie oświetleniem czy systemy alarmowe. Członkowie rodzin często mają różne poziomy umiejętności technologicznych, co oznacza, że systemy muszą być jednocześnie intuicyjne i funkcjonalne dla wszystkich użytkowników, niezależnie od ich wieku, doświadczenia czy wiedzy technicznej [1, 10].

3.3. Osoby starsze

Osoby starsze stanowią szczególną grupę użytkowników Smart Home, którym technologie te mogą znacząco poprawić jakość

życia [13]. Inteligentne systemy mogą wspierać seniorów w codziennych czynnościach, monitorować ich stan zdrowia czy reagować na sytuacje awaryjne, np. upadki. Niestety jednocześnie osoby starsze często odczuwają barierę technologiczną, co wymaga tworzenia rozwiązań wyjątkowo prostych w obsłudze, czytelnych i niezawodnych [13].

3.4. Osoby z niepełnosprawnościami

Ważną grupę użytkowników stanowią osoby z niepełnosprawnościami, dla których inteligentne domy mogą być narzędziem wspierającym samodzielność [14]. Technologie, takie jak sterowanie głosowe, automatyczne otwieranie drzwi czy zdalna kontrola urządzeń pozwalają na łatwiejsze zarządzanie codziennymi obowiązkami. W tym przypadku projektanci muszą zwrócić szczególną uwagę na dostępność rozwiązań oraz możliwość ich adaptacji do potrzeb użytkowników z ograniczeniami.

3.5. Motywacja różnych grup użytkowników

Użytkownicy decydują się na instalację technologii Smart Home z różnych powodów, które odzwierciedlają ich potrzeby i priorytety. Jedną z głównych motywacji jest zwiększenie komfortu życia [13, 14]. Automatyzacja codziennych czynności, takich jak sterowanie oświetleniem, zarządzanie temperaturą czy obsługa urządzeń multimedialnych, pozwala oszczędzać czas i wysiłek. Użytkownicy doceniają również możliwość zdalnego zarządzania domem, co daje im większą swobodę i poczucie kontroli.

Innym istotnym czynnikiem jest poprawa bezpieczeństwa. Inteligentne zamki, systemy alarmowe czy kamery monitorujące otoczenie domu oferują użytkownikom większe poczucie bezpieczeństwa zarówno podczas ich obecności, jak i nieobecności w domu. Wiele osób wybiera technologię Smart Home również ze względu na jej potencjał do oszczędzania energii elektrycznej [15, A1]. Systemy automatycznego zarządzania ogrzewaniem, oświetleniem czy urządzeniami elektrycznymi pozwalają na optymalizację zużycia energii, co jest korzystne zarówno z perspektywy ekologicznej, jak i finansowej.

Dla części użytkowników motywacją jest także chęć podkreślenia nowoczesnego stylu życia. Smart Home bywa postrzegany jako element prestiżu i zaawansowania technologicznego, który odpowiada na potrzeby osób ceniących innowacje [11]. Możliwość personalizacji funkcji oraz integracji z systemami rozrywki, takimi jak inteligentne głośniki czy kina domowe, dodatkowo wzmacnia atrakcyjność tego rozwiązania.





Zróżnicowanie użytkowników Smart Home stanowi duże wyzwanie dla projektantów systemów, ponieważ każda grupa ma inne potrzeby i oczekiwania [1, 9]. Zostały one podsumowane w Tabeli 1. W szczególności, trudnością jest pogodzenie zaawansowania technologicznego z przystępnością obsługi. Technologiczni entuzjaści oczekują rozbudowanych funkcji i dużej elastyczności, podczas gdy osoby starsze czy mniej obeznane z technologią potrzebują prostych i intuicyjnych interfejsów [13, 16]. Brak równowagi w tym zakresie może prowadzić do frustracji użytkowników i ograniczonego wykorzystania systemu [10].

Aby rozwiązania Smart Home były skuteczne i powszechnie akceptowane, niezbędne jest dogłębne prowadzenie badań nad użytkownikami [8]. Badania te pozwalają na identyfikację rzeczywistych potrzeb i ograniczeń odbiorców, co z kolei umożliwia projektantom lepsze dostosowanie systemów do ich wymagań. Wywiady, ankiety i testy użyteczności dostarczają wielu cennych informacji na temat tego, jak użytkownicy wchodzi w interakcję z nowoczesną technologią, jakie elementy interfejsu sprawiają im trudności i dlaczego.

Dzięki lepszemu zrozumieniu użytkowników projektanci mogą nie tylko zwiększyć ich satysfakcję z korzystania z systemów Smart Home, ale również przyczynić się do szerszego przyjęcia takich systemów automatyki na rynku [16]. Technologia, która uwzględnia potrzeby i oczekiwania odbiorców, staje się bardziej

Tabela 1. Grupy użytkowników Smart Home a pożądane cechy systemu

Table 1. Groups of users of Smart Home and desired system properties

Użytkownicy Smart Home	Pożądane cechy systemu
 Technologiczni entuzjaści	elastyczność innowacyjność
 Rodziny i gospodarstwa	bezpieczeństwo intuicyjność
 Osoby starsze	intuicyjność niezawodność
 Osoby niepełnosprawne	adaptacyjność dostępność

przystępna i atrakcyjna, co niewątpliwie sprzyja jej popularyzacji [A1]. Dlatego badania nad użytkownikami powinny stanowić nieodłączny element procesu projektowania w kontekście inteligentnych domów.

4. Główne zasady UX

Projektowanie zorientowane na użytkownika w kontekście inteligentnych domów wymaga uwzględnienia szeregu zasad, które zapewnią łatwość obsługi, intuicyjność oraz satysfakcję z korzystania z technologii [10]. Smart Home to systemy o dużej złożoności, które muszą być jednocześnie dostępne dla różnych grup użytkowników i kontekstów użycia. Dlatego kluczowe zasady

Personalizacja	Interfejs wygląda idealnie, tak jak lubię
Zaufanie	Wiem, że system działa niezawodnie
Adaptacyjność	System dostosowuje się do mnie
Przewidywalność	Wiem, jaki efekt przyniesie moje działanie
Intuicyjność	Wiem, co kliknąć, aby osiągnąć dany efekt
Spójność	Na wszystkich urządzeniach mam takie same doświadczenia
Dostępność	Mimo moich ograniczeń mogę bez problemu korzystać z systemu
Bezpieczeństwo	System jest odporny na zagrożenia, a moje dane są chronione

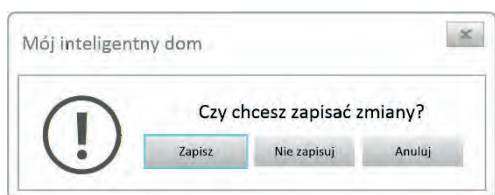
Rys. 1. Główne założenia dla Smart Home

Fig. 1. Main UX assumptions for Smart Home

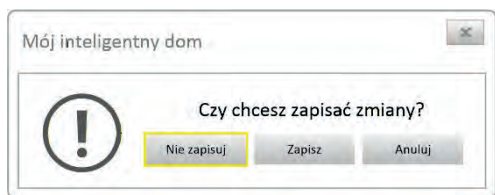
UX designu w tej dziedzinie opierają się na fundamentalnych wytycznych ergonomii, psychologii użytkownika oraz nowoczesnych trendach w projektowaniu interfejsów. Główne założenia (rys. 1), które stanowią o dobrze zaprojektowanym systemie Smart Home, obejmują personalizację, zaufanie, adaptacyjność, przewidywalność, intuicyjność, spójność, dostępność oraz bezpieczeństwo systemu.

4.1. Intuicyjność

Jedną z najważniejszych zasad projektowania przyjaznych dla użytkownika interfejsów inteligentnych domów jest intuicyjność obsługi [10]. Użytkownicy powinni móc szybko i łatwo zrozumieć, jak korzystać z systemów, bez potrzeby czytania długich instrukcji czy przechodzenia przez skomplikowane procesy konfiguracji. Interfejsy użytkownika powinny być zaprojektowane w sposób klarowny, z jednoznacznymi ikonami, logicznym układem funkcji i minimalizmem wizualnym, który eliminuje zbędne elementy [1]. Przykładowo, jeśli użytkownik zamyka wybrane okno (lub widok) bez wcześniejszego zapisania zmian, powinno pojawić się okienko z odpowiednim zapytaniem (rys. 2). Domyślną opcją powinno być zapisanie wprowadzonych zmian (przycisk „Zapisz”), ponieważ użytkownik często zatwierdza swoją akcję automatycznym naciśnięciem przycisku *Enter*. Okienko powinno zawierać dobrze znany układ przycisków (potwierdzenie zapisania z lewej strony) oraz odpowiednią kolorystykę (podświetlenie przycisku). Nieintuicyjne rozwiązanie projektowe (przedstawione na rys. 3) nie spełnia przyjętych norm. Kolorystyka oraz układ przycisków odbiegają od standardowych praktyk, co czyni element interfejsu problematycznym dla użytkowników.



Rys. 2. Przykład intuicyjnego elementu interfejsu
Fig. 2. Example of an intuitive interface element



Rys. 3. Przykład nieintuicyjnego elementu interfejsu
Fig. 3. Example of a counterintuitive interface element

Prostota obsługi ma szczególne znaczenie w sytuacjach awaryjnych, takich jak zagrożenie pożarem czy włamanie, kiedy użytkownicy muszą szybko podjąć odpowiednie działania. Dlatego systemy powinny wspierać działania użytkowników, oferując jasne komunikaty oraz automatyczne funkcje, które redukują ryzyko błędów. Intuicyjność staje się kluczowa także dla osób starszych i mniej obeznanych z technologią, dla których trudna obsługa mogłaby być barierą w codziennym użytkowaniu [13].

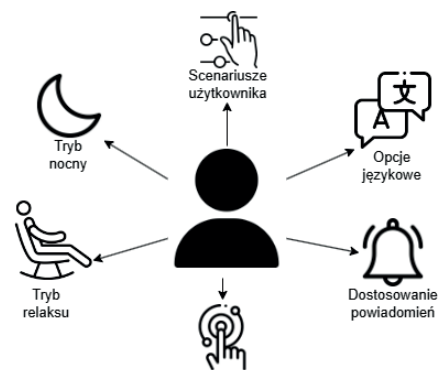
4.2. Spójność

Spójność to kolejny istotny element projektowania zorientowanego na użytkownika w inteligentnych domach. Systemy powinny oferować jednolite rozwiązania na wszystkich platformach i urządzeniach – od aplikacji mobilnych, przez panele sterujące, aż po komendy głosowe [1]. Konsekwencja w projektowaniu interfejsów, stosowaniu kolorystyki, ikonografii i logiki nawigacji pomaga użytkownikom szybko nauczyć się obsługi systemu i redukuje poziom frustracji związanej z różnicami między różnymi częściami systemu [17].

4.3. Personalizacja

Personalizacja pozwala użytkownikom dostosować system do swoich indywidualnych preferencji. Smart Home powinien umożliwiać definiowanie podstawowych scenariuszy działania,

takich jak „tryb nocny” czy „czas relaksu”, które odpowiadają potrzebom użytkownika w określonych sytuacjach. Wprowadzenie możliwości wyboru preferencji, takich jak język, poziom szczegółowości powiadomień czy preferowane sposoby interakcji, zwiększa satysfakcję z korzystania z technologii i pozwala na lepsze dopasowanie systemu do stylu życia użytkownika [18]. Przykładowe możliwości personalizacji dla użytkownika Smart Home obejmują dostosowywanie powiadomień, języka, sposobów interakcji czy działania poszczególnych trybów pracy (rys. 4).



Rys. 4. Przykład możliwości personalizacji
Fig. 4. Example of possible customization options

4.4. Dostępność

Dostępność stanowi kluczowy aspekt interfejsu w inteligentnych domach, ponieważ powinien być dostępny dla wszystkich użytkowników – niezależnie od ich wieku, umiejętności czy ewentualnych ograniczeń fizycznych. Projektanci powinni uwzględniać różnorodne potrzeby, w szczególności osób starszych, z niepełnosprawnościami czy też niewidomych [13]. Ważnym elementem dostępności jest oferowanie różnych sposobów interakcji z systemem, takich jak sterowanie głosowe, dotykowe czy zdalne [19].

4.5. Bezpieczeństwo

Bezpieczeństwo i prywatność są istotnymi wyzwaniem w projektowaniu [20, A3]. Użytkownicy muszą mieć pewność, że ich dane są odpowiednio chronione, a systemy są odporne na zagrożenia, m.in. cyberataki. Projektanci powinni wprowadzać funkcje, które jasno komunikują zasady ochrony danych oraz dają użytkownikom kontrolę nad tym, jakie informacje są gromadzone i w jaki sposób są wykorzystywane [16]. Prywatność powinna być zapewniana na poziomie domyślnym, bez potrzeby podejmowania dodatkowych działań przez użytkowników, co wzmacnia ich zaufanie do technologii [6].

4.6. Przewidywalność

Systemy Smart Home powinny być przewidywalne w działaniu, co oznacza, że użytkownicy muszą dokładnie rozumieć, jakie efekty przyniosą ich działania. Przewidywalność wiąże się z czytelnością interfejsów, ale również z dostarczaniem odpowiednich informacji zwrotnych na temat stanu systemu [16]. Na przykład, inteligentny termostat powinien informować, jakie warunki termiczne zostaną utrzymane w ciągu dnia, a system oświetlenia powinien jasno wskazywać, które światła są włączone.

4.7. Adaptacyjność

Adaptacyjność jest równie ważna, ponieważ inteligentne domy powinny dostosowywać swoje działanie do zmieniających się potrzeb użytkowników [18]. Przykładem mogą być systemy uczące się preferencji użytkownika, takie jak algorytmy dosto-

sowujące harmonogram ogrzewania do codziennego rytmu mieszkańców. Tego typu rozwiązania zwiększają komfort korzystania z technologii i sprawiają, że system staje się bardziej „inteligentny” w odczuciu użytkownika [11, 18]. Istotne jest również uwzględnienie emocjonalnych aspektów interakcji użytkownika z technologią. Systemy powinny budzić pozytywne emocje, takie jak poczucie kontroli, satysfakcja z wygody czy radość z innowacyjnych funkcji. Estetyka interfejsów, płynność ich działania oraz przyjazność komunikatów mogą znacząco wpłynąć na ogólne wrażenia użytkownika [10, 21].

4.8. Zaufanie

Zaufanie do technologii pozwala na zwiększanie akceptacji Smart Home. Użytkownicy muszą mieć pewność, że system działa niezawodnie i nie naraża ich na ryzyko, zarówno w aspekcie fizycznym, jak i cyfrowym [20]. Transparentność w zakresie działania systemów oraz proaktywne komunikowanie o potencjalnych problemach wzmacniają zaufanie użytkowników, co pozytywnie wpływa na ich doświadczenia.

5. Normy i prawa UX

5.1. ISO 9241-210:2019

Mimo że w dostępnej literaturze można spotkać wiele definicji UX, podstawowym źródłem informacji powinna być norma ISO 9241, w szczególności 9241-210:2019 [A5]. Zawiera ona wymagania i zalecenia dotyczące zasad projektowania zorientowanego na użytkownika oraz działań w cyklu życia interaktywnych systemów komputerowych. Według niej, UX oznacza spójność i reakcje użytkownika wynikające z aktualnego (lub przewidywanego) używania systemu, produktu lub usługi. Reakcje użytkowników obejmują m.in. emocje, przekonania, komfort i sposób zachowania, które występują przed, w trakcie i po korzystaniu z danego produktu. UX wynika również ze stanu wewnętrznego i fizycznego użytkownika – z jego wcześniejszych doświadczeń, umiejętności, osobowości oraz z kontekstu użytkowania.

Zgodnie z normą projektowane są systemy stosowane w wielu branżach, np. medycynie [22], rolnictwie [23], inżynierii środowiska [24] czy sektorze kosmicznym [25]. Znacząco wpływa to na poprawę jakości interakcji człowiek–system. Promowane jest bowiem podejście zorientowane na użytkownika, co pozwala na tworzenie rozwiązań lepiej dopasowanych do rzeczywistych potrzeb, oczekiwań oraz kontekstu użycia. W rezultacie – osiągnięte rozwiązania charakteryzują się wyższą użytecznością, intuicyjnością oraz mniejszą liczbą błędów popełnianych przez użytkowników.

5.2. Heurystyki Nielsen

Firma konsultingowa Nielsen Norman Group [A6], specjalizująca się w badaniach w obszarze użyteczności oraz doświadczeń użytkownika, odgrywa istotną rolę w kształtowaniu standardów projektowania produktów cyfrowych na całym świecie. Koncentruje się na podnoszeniu jakości i intuicyjności interakcji między człowiekiem a maszyną. Promuje ona 10 ogólnych zasad (rys. 5), opracowanych przez Jakoba Nielsena, dotyczących użyteczności – tzw. heurystyki Nielsena [A7]. Zasady te jasno wskazują elementy, na które trzeba zwrócić uwagę przy projektowaniu aplikacji lub ich ewaluacji, np. widoczność stanu systemu, zgodność systemu z rzeczywistością, możliwość kontrolowania akcji przez użytkownika, zapobieganie jego błędom, spójność, elastyczność, efektywność, estetyka czy też dostępna pomoc.

Heurystyki Nielsena są często stosowane w praktyce, np. podczas optymalizacji istniejących systemów [26], do oceny użyteczności wirtualnych muzeów [27], blogów [28], czy też aplikacji mobilnych [29]. W kontekście domów inteligentnych

1	Widoczność stanu systemu
2	Zgodność między systemem a rzeczywistością
3	Pełna kontrola przez użytkownika
4	Spójność i standardy
5	Zapobieganie błędom
6	Wybór zamiast zapamiętywania
7	Elastyczność i efektywność
8	Estetyka i minimalizm
9	Rozpoznawanie i skuteczna obsługa błędów
10	Pomoc i dokumentacja

Rys. 5. Heurystyki Nielsena

Fig. 5. Jakob Nielsen's heuristics

warto zapewnić przede wszystkim stałą aktualizację prezentowanych danych oraz maksymalnie ułatwić użytkownikom zmianę ustawień, uniemożliwiając wprowadzenie sprzecznych parametrów czy też w wyraźny sposób sygnalizując sytuacje awaryjne, zatwierdzone lub anulowane zmiany.

5.3. Prawa psychologii

Znajomość praw psychologii (rys. 6) także ułatwia tworzenie produktów (usług) o bardziej ukierunkowanym na człowieka charakterze [30]. Wyjaśniają one wiele zachowań użytkownika [31]. Przykładowo, prawo Hicka określa, że czas podjęcia decyzji wzrasta z liczbą dostępnych opcji, prawo Millera nawiązuje do pojemności pamięci roboczej człowieka (magiczna liczba „siedmiu elementów”), zaś prawo Fittsa mówi, że czas potrzebny na dotarcie do celu jest zależny od jego wymiarów i odległości od niego (co jest szczególnie istotne w przypadku ekranów dotykowych). Zagadnienia te powinny również być uwzględnione na etapie projektowania systemu, w szczególności w odniesieniu do zróżnicowanych grup docelowych. Ograniczenia w wyborze opcji (prawo Hicka) czy też podświetlenie najważniejszych

Prawo Jakob	Użytkownicy spędzają większość czasu w innych aplikacjach i wolą, aby ta wyglądała tak jak inne
Prawo Fittsa	Czas potrzebny na dotarcie do celu jest zależny od jego wymiarów i odległości od niego
Prawo Hicka	Czas potrzebny na podjęcie decyzji wzrasta z liczbą i złożonością dostępnych opcji
Prawo Millera	Przeciętny człowiek może przechowywać w swojej pamięci operacyjnej siedem informacji (± dwie)
Prawo Postela	Podchodź zachowawczo do tego, co robisz, a tolerancyjnie do tego, co przyjmujesz
Zasada szczytu i końca	Doświadczenie użytkownika zależy od odczuć w momencie szczytowym oraz końcowym
Efekt estetyki użyteczności	Użytkownicy postrzegają estetycznie atrakcyjny projekt jako bardziej użyteczny
Efekt von Restorff	Najczęściej zapamiętywany jest obiekt, który wyróżnia się spośród pozostałych
Prawo Teslera	Dla każdego systemu istnieje poziom złożoności, którego nie można uprościć

Rys. 6. Prawa psychologii

Fig. 6. Psychology rules

informacji (efekt Von Restorff) zapewni większą kontrolę użytkownika związaną z obsługą systemu inteligentnego domu.

6. Metody UX

Projektowanie zorientowane na użytkownika w kontekście inteligentnych domów jest niezwykle skomplikowane, ponieważ obejmuje zarówno interakcje z wieloma urządzeniami, jak i różnorodne systemy, które powinny działać spójnie.

6.1. Badania

Badania są podstawą procesu projektowego, pozwalając na zrozumienie potrzeb użytkowników, identyfikowanie problemów i testowanie rozwiązań. Istnieje wiele technik, które są wykorzystywane do pozyskiwania informacji o użytkownikach i ich interakcjach z technologiami Smart Home (rys. 7). Należą do nich zarówno badania jakościowe, jak i badania ilościowe, które oferują różne perspektywy spojrzenia na użytkowanie technologii i pozwalają na uzyskanie głębszego wglądu w zachowania oraz motywacje użytkowników [32].

Badania jakościowe skupiają się na analizie postrzeganego doświadczenia użytkowników. Metody, takie jak wywiady indywidualne, grupy fokusowe, a także analiza zachowań użytkowników w naturalnym środowisku użytkowania, pozwalają na uchwycenie subiektywnych odczuć i opinii. Badania jakościowe pomagają zrozumieć, dlaczego użytkownicy podejmują określone działania, jakie są ich motywacje i jak odczuwają interakcje z technologią. W kontekście inteligentnych domów takie badania są szczególnie ważne, ponieważ użytkownicy często mają zróżnicowane doświadczenia z technologiami, co może wpływać na ich przywiązanie do systemu i postawy wobec nowych rozwiązań.

Badania ilościowe dostarczają obiektywnych, statystycznych danych, które pozwalają na ocenę efektywności i popularności rozwiązań. Mogą to być ankiety, analizy danych z aplikacji, pomiar efektywności interakcji z urządzeniami, a także monitorowanie użycia technologii w czasie rzeczywistym. W przypadku Smart Home, badania ilościowe pozwalają uzyskać informacje o tym, które funkcje są najczęściej stosowane, jak użytkownicy reagują na zmiany w systemie, a także które elementy interfejsu wymagają poprawy [A1].

Jedną z najczęściej stosowanych technik badawczych, również w ujęciu inteligentnych domów, są testy użyteczności. Testy te

polegają na tym, że użytkownicy wykonują w systemie pewne powierzone im zadania, a projektanci obserwują ich zachowanie, zbierając dane o trudnościach, które napotykają, oraz o ogólnym doświadczeniu z interfejsem. Testy te pomagają określić, czy systemy są intuicyjne, łatwe w obsłudze i spełniają oczekiwania użytkowników. Mogą one obejmować zarówno interakcję z urządzeniami, jak i z aplikacjami mobilnymi oraz systemami sterowania głosowego [32].

6.2. Prototypowanie

Tworzenie prototypów jest kolejnym etapem procesu projektowego skoncentrowanego na użytkowniku. Prototypowanie pozwala na weryfikację pomysłów oraz testowanie, jak użytkownicy reagują na określone interakcje z systemem jeszcze przed wdrożeniem finalnego rozwiązania. Dzięki prototypom można szybko zbierać informacje od użytkowników i wprowadzać zmiany, co znacząco skraca czas potrzebny na rozwój technologii [16].




Prototypowanie interaktywne jest stosowane do tworzenia modeli systemów, które użytkownicy mogą testować w realistycznym środowisku. Prototypy mogą obejmować zarówno interfejsy wizualne, jak i modele działania urządzeń oraz aplikacji. Dzięki nim projektanci mogą uzyskać informacje o tym, jak różne elementy systemu współdziałają ze sobą, jak użytkownicy postrzegają sposób interakcji i jakie napotykają problemy. Interaktywne prototypy pozwalają na testowanie wielu różniących się od siebie wersji systemu, co umożliwia wybór najlepszych rozwiązań, zanim produkt końcowy trafi na rynek [21].

6.3. Symulacje

Symulacje są innym narzędziem stosowanym w procesie projektowania. Dzięki nim projektanci mogą odwzorować wirtualne środowisko, w którym użytkownicy mogą wchodzić w interakcje z różnymi urządzeniami i systemami. Symulacje pozwalają na testowanie scenariuszy, które w rzeczywistości mogłyby być trudne do przeprowadzenia, np. symulowanie awarii systemów, zmiany warunków w domu czy adaptacja do dynamicznie zmieniających się potrzeb użytkowników [A4]. Symulacje pomagają także w tworzeniu bardziej złożonych scenariuszy, w których integracja wielu urządzeń i systemów jest kluczowa.

6.4. Metryki i wskaźniki

Aby ocenić skuteczność i jakość doświadczenia użytkownika, projektanci stosują odpowiednie metryki i wskaźnikami, które

Badania ilościowe Dane statystyczne 	Które funkcje systemu są najczęściej wykorzystywane?
	Jak często użytkownicy korzystają z wybranego scenariusza?
	Jaki procent użytkowników korzysta z aplikacji mobilnej?
	Ile czasu zajmuje użytkownikom wykonanie typowych zadań?
Badania jakościowe Subiektywne odczucia 	Jak często użytkownicy modyfikują domyślne ustawienia systemu?
	Dlaczego użytkownicy podejmują określone działanie?
	Jakie są ich motywacje?
	Dlaczego rezygnują z korzystania z niektórych funkcji systemu?
Testy użyteczności Obserwacje 	Jakie mają obawy związane z bezpieczeństwem i prywatnością?
	W jaki sposób chcieliby personalizować działanie systemu?
	Czy użytkownik potrafi samodzielnie skonfigurować nowy scenariusz?
	W którym miejscu interfejsu użytkownicy popełniają najwięcej błędów?
	Czy użytkownik rozumie komunikaty systemowe?
	Jak długo trwa wykonanie konkretnego zadania bez pomocy?
	Czy użytkownik jest w stanie odnaleźć kluczowe funkcje bez instrukcji?

Rys. 7. Badania wśród użytkowników a zdobyte informacje

Fig. 7. User-oriented research (testing) and information gathered

umożliwiają mierzenie efektywności zaprojektowanych systemów i interfejsów. Metryki te powinny uwzględniać specyfikę technologii, interakcji z urządzeniami, a także użytkowników, którzy wchodzi w interakcję z systemem na wiele sposobów [33, 34, A8]. Podczas oceny takich interfejsów często stosuje się również heurystyki Nielsena, które stanowią uznaną metodę analizy użyteczności i pozwalają na systematyczną identyfikację problemów projektowych utrudniających efektywną, intuicyjną i satysfakcjonującą interakcję użytkownika z systemem.

Czas wykonania zadania określa, jak szybko użytkownik realizuje daną akcję, np. ustawienie temperatury lub włączenie alarmu – krótszy czas wskazuje na intuicyjność systemu. Wskaźnik błędów określa częstotliwość trudności, od problemów z rozpoznawaniem głosu po obsługę aplikacji – sugerując konieczność optymalizacji przy wysokiej liczbie błędów. Satysfakcja użytkownika mierzy zadowolenie z systemu za pomocą ankiet czy wywiadów – odzwierciedlając łatwość użycia i dopasowanie do oczekiwań. Wskaźnik zaangażowania ocenia częstotliwość i długość interakcji z systemem, np. zarządzanie urządzeniami, liczbę interakcji czy czas spędzony na konfigurowaniu ustawień.

7. Przyszłość projektowania

Inteligentne domy stają się coraz bardziej powszechne, a rozwój zaawansowanych technologii zmienia sposób, w jaki użytkownicy wchodzi w interakcję z otoczeniem. W nadchodzących latach projektowanie interfejsów użytkownika w tej dziedzinie będzie ewoluować w odpowiedzi na rosnące potrzeby użytkowników, a także postęp technologiczny.

Nowe technologie mają ogromny wpływ na wygląd interfejsów użytkownika w inteligentnych domach. Sztuczna inteligencja (AI) i sieci 5G stanowią fundament nowoczesnych inteligentnych domów, a ich integracja daje nowe możliwości w zakresie personalizacji, automatyzacji oraz interakcji systemu z użytkownikami [18].

Sztuczna inteligencja ma duży potencjał, by znacząco zmienić sposób, w jaki systemy reagują na potrzeby użytkowników [18]. Zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego pozwala na przewidywanie zachowań i preferencji mieszkańców, a także automatyczne dostosowywanie ustawień systemów, takich jak oświetlenie, temperatura czy bezpieczeństwo. Dzięki AI systemy staną się proaktywne, co oznacza, że będą samodzielnie zarządzać działaniami w domu, minimalizując konieczność interakcji z użytkownikami. W przypadku projektowania, sztuczna inteligencja pozwala na tworzenie bardziej intuicyjnych interfejsów, które uczą się nawyków użytkowników i dostosowują swoje funkcje do ich potrzeb [18].

Sieci 5G stanowią kluczowy element w rozwoju inteligentnych domów, ponieważ umożliwiają szybki i niezawodny transfer danych, co jest szczególnie istotne w systemach IoT [35]. Przewidywana duża przepustowość 5G pozwoli na lepszą (szybszą) komunikację między urządzeniami, a także na sprawniejsze działania aplikacji mobilnych i sterowania głosowego. Z punktu widzenia użytkownika, sieci 5G otwierają nowe możliwości, m.in. minimalizowanie opóźnień w systemach sterujących urządzeniami, co przekłada się na lepszą responsywność interfejsów użytkownika.

8. Wnioski

Przedstawiony przegląd wybranych koncepcji projektowych podkreśla, że zapewnienie najwyższego poziomu satysfakcji użytkownika jest kluczowe w projektowaniu współczesnych systemów inteligentnych domów. W artykule omówiono aktualne

wyzwania związane z projektowaniem systemów Smart Home. Szczególną uwagę poświęcono potrzebom użytkowników, takim jak intuicyjność, bezpieczeństwo danych oraz personalizacja, które mają kluczowe znaczenie dla ich akceptacji technologii. Przedstawiono również normy, prawa, narzędzia, metody projektowe oraz badania użytkowników.

Przyszłość projektowania interfejsów użytkownika w inteligentnych domach będzie w dużej mierze zależna od dalszego rozwoju technologii oraz zmieniających się oczekiwań klientów. W miarę jak technologie stają się coraz bardziej zaawansowane, zmienia się także podejście do projektowania interakcji. Można spodziewać się istotnych zmian, które będą kształtować UX w tej dziedzinie, podobnie jak ma to miejsce w przypadku interfejsów człowiek-maszyna w motoryzacji [36]. Właściwie zaprojektowany interfejs kształtuje bowiem pozytywne interakcje między ludźmi a technologią [37], minimalizując błędy ludzkie i wspierając niezawodną pracę w złożonych środowiskach cyfrowych [38].

Personalizacja doświadczenia użytkownika stanie się jeszcze bardziej zaawansowana. Dzięki sztucznej inteligencji [39] i dużym zbiorom danych [40], systemy Smart Home będą mogły lepiej zrozumieć preferencje użytkowników, dostosowując wszystkie elementy funkcjonowania domu – od oświetlenia – przez temperaturę – aż po wybór muzyki. Takie systemy będą zdolne do samodzielnego uczenia się i adaptacji do zmieniających się warunków życiowych, np. dostosowując ustawienia w zależności od pory dnia, obecności użytkowników w domu czy ich nastroju.

Standardy interoperacyjności urządzeń również będą miały duży wpływ na metody projektowania. Wraz z rosnącą liczbą producentów i urządzeń działających w ramach systemu Smart Home, powstanie potrzeba ujednoczenia standardów komunikacji między różnymi urządzeniami. Projektanci będą musieli uwzględnić te standardy w swoich rozwiązaniach, aby zapewnić łatwość integracji i eliminować problemy związane z kompatybilnością. Kluczowym wyzwaniem będzie stworzenie jednego interfejsu, który umożliwi kontrolowanie wszystkich urządzeń w sposób spójny i intuicyjny, bez konieczności przechodzenia między wieloma aplikacjami i interfejsami.

Podziękowania

Dofinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach Programu „Regionalna inicjatywa doskonałości”, nr projektu RID/SP/0050/2024/1.

Bibliografia

1. Wilson Ch., Hargreaves T., Hauxwell-Baldwin R., *Smart homes and their users: A systematic analysis and key challenges*, “Personal and Ubiquitous Computing”, Vol. 19, 2014, 463–476, DOI: 10.1007/s00779-014-0813-0.
2. Reisinger M.R., Prost S., Schrammel J., Fröhlich P., *User requirements for the design of smart homes: dimensions and goals*, “Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing”, Vol. 14, 2022, 15761–15780, DOI: 10.1007/s12652-021-03651-6.
3. Madadi-Barough S., Ruiz-Blanco P., Lin J., Vidal R., Gomez C., *Matter: IoT interoperability for smart homes*, “IEEE Communications Magazine”, Vol. 63, No. 4, 2025, 106–112, DOI: 10.1109/MCOM.001.2400274.
4. Bai X., *Research on smart home system design and user experience improvement strategies*, “Advances in Computer, Signals and Systems”, Vol. 8, No. 5, 2024, 34–39, DOI: 10.23977/acss.2024.080504.
5. Kraemer M.J., Seymour W., Binns R., Van Kleek M., Flechais I., *Informing the future of data protection in smart homes*, CHI’19 Workshops: New Directions for the IoT: Automate, Share, Build, and Care, 2019.

6. Chalhoub G., *The UX of things: Exploring UX principles to inform security and privacy design in the smart home*, Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 2020, DOI: 10.1145/3334480.3381436.
7. Anik S.M.H., Gao X., Zhong H., Wang X., Meng N., *Programming of automation configuration in smart home systems: Challenges and opportunities*, “ACM Transactions on Software Engineering and Methodology”, Vol. 35, No. 2, 2026, DOI: 10.1145/3731450.
8. Prywata M., *Projektowanie zorientowane na użytkownika*, [www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/b717027b2d85ff2ea0ae5dc2c8affa85.pdf].
9. Becks E., Zdankin P., Matkovic V., Weis T., *Complexity of smart home setups: A qualitative user study on smart home assistance and implications on technical requirements*, “Technologies”, Vol. 11, No. 1, 2023, DOI: 10.3390/technologies11010009.
10. Eggen B., van den Hoven E., Terken J., *Human-Centered Design and Smart Homes: How to Study and Design for the Home Experience?*, Handbook of smart homes, health care and well-being, Springer, Cham, August 2017, 83–92, DOI: 10.1007/978-3-319-01583-5_6.
11. Davidovic B., Bogdanovic Z., Djordjevic K., Labus A., *Designing adaptable smart home environment based on resident's activity*, “Smart Cities and Regional Development (SCRD) Journal”, Vol. 2, No. 2, 2018, 51–58.
12. Zhuang F., *Research on user experience design of smart home products based on internet of things*, “Journal of Physics: Conference Series”, Vol. 2074, 2021, DOI: 10.1088/1742-6596/2074/1/012063.
13. Zhou C., Dai Y., Huang T., Zhao H., Kaner J., *An empirical study on the influence of smart home interface design on the interaction performance of the elderly*, “International Journal of Environmental Research and Public Health”, Vol. 19, No. 15, 2022, DOI: 10.3390/ijerph19159105.
14. Morris L.L., Fairman A.D., Ding, D., Messina, K., *Providing mainstream smart home technologies as assistive technology for persons with disabilities: Current trends and needs*, “The American Journal of Occupational Therapy”, Vol. 75, 2021, DOI: 10.5014/ajot.2021.75S2-PO230.
15. Jantz-Sell T., Daken S., *Bundling energy savings with consumer interest in smart homes*, Energy Star 2023, [www.energystar.gov].
16. Alghamdi L., Alsoubai A., Akter M., Alghamdi F., Wisniewski P., *A user study to evaluate a web-based prototype for smart home Internet of Things device management*, International Conference on Human-Computer Interaction, LNCS, Vol. 13333, 2022, 383–405, DOI: 10.1007/978-3-031-05563-8_24.
17. Zhang M., Gong Y., Deng R., Zhang S., *The effect of color coding and layout coding on users' visual search on mobile map navigation icons*, “Frontiers in Psychology”, Vol. 13, 2022, DOI: 10.3389/fpsyg.2022.1040533.
18. Rey-Jouanchicot J., Bottaro A., Campo E., Bouraoui J.-L., Vigouroux N., Vella F., *Leveraging large language models for enhanced personalised user experience in smart homes*, UBICOMM, IARA, 2024, [https://hal.science/hal-04593247v2].
19. Vigouroux N., Vella F., Lepage G., Campo E., *Usability study of tactile and voice interaction modes by people with disabilities for home automation controls*, International Conference on Computers Helping People with Special Needs, LNCS, Vol. 13342, 2022, 139–147, DOI: 10.1007/978-3-031-08645-8_17.
20. Schomakers E.-M., Biermann H., Ziefle M., *Understanding Privacy and Trust in Smart Home Environments*, International Conference on Human-Computer Interaction, LNISA, Vol. 12210, 2020, 513–532, DOI: 10.1007/978-3-030-50309-3_34.
21. Kalam A., Azad M., Chowdhury S.J., *Prototype smart home environment with biofeedback*, IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP), 2020, 449–452, DOI: 10.1109/TENSYMP50017.2020.9230898.
22. Cardiel J.S.R., Alvarado L.M.Z., Serrano J.F.H., *Implementation of ISO/IEC 29110 and ISO 9241-210:2019 Standards in Software Development for the UTZAC University Clinic*, 13th International Conference On Software Process Improvement (CIMPS), 2024, 15–19, DOI: 10.1109/CIMPS65195.2024.11095911.
23. Rodríguez-Cardiel J.S., Luna-García H., Celaya-Padilla J.M., Zapata-Alvarado L.M., Ramírez-Carrillo J., Hernández-Serrano J.F., Salcedo-Bugarín L.E., *Prototype User Interface for an Automatic Sheep Weighing Control System: Implementing ISO 9241-210: 2019, ISO 29110, IEEE 830*, HCI-COLLAB, 2022, 83–93, [https://ceur-ws.org/Vol-3570/Paper8.pdf].
24. Guzman-Fernandez M., Luna-García H., Collazos C.A., Sarmiento W.J., Galvan-Tejada J.I., et al., *Desktop Application for Water Quality Prediction and Monitoring System Using ISO 9241-210 and Machine Learning Techniques*, Iberoamerican Workshop on Human-Computer Interaction, CCIS, Vol. 1478, 2021, 44–57, DOI: 10.1007/978-3-030-92325-9_4.
25. Helin K., Karjalainen J., Kuula T., *Human-Centric Approach for Developing XR Applications in the Space Domain*, 16th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences AHFE, 2025, 95–105.
26. Rosicki Ł., *Zastosowanie heurystyk Jakoba Nielsena w optymalizacji serwisów internetowych na przykładzie witryny Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, „Knowledge–Economy–Society”, 2018, 185–192.
27. Poleszak I., Dzieńkowski M., *User experience analysis while visiting selected virtual museums*, „Journal of Computer Sciences Institute”, Vol. 25, 2022, 384–392, DOI: 10.35784/jcsi.3057.
28. Mirkowicz M., Grodner G., *Jakob Nielsen's Heuristics in Selected Elements of Interface Design of Selected Blogs*, “Social Communication”, Vol. 4, No. 2, 2018, 30–51, DOI: 10.2478/sc-2018-0013.
29. Neto O.M., Pimentel M.D.G., *Heuristics for the assessment of interfaces of mobile devices*, Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web, 2013, 93–96, DOI: 10.1145/2526188.2526237.
30. Turner P., *A psychology of user experience*, Human Computer Interaction Series, 2017, DOI: 10.1007/978-3-031-32454-3.
31. Yablonski J., *Laws of UX*, O'Reilly Media, 2024.
32. Pannafino J., McNeil P., *UX Methods: A Quick Guide to User Experience Research Methods*, CDUXP LLC United States, 2017, DOI: 10.5555/3180819.
33. Bianchini L.d.P., Zaina L., *Which UX research method or technique should I take? Assisting software startup professionals in making their choices*, “Journal on Interactive Systems”, Vol. 15, No. 1, 2024, 762–789, DOI: 10.5753/jis.2024.4028.
34. Albert B., Tullis T., *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*, Morgan Kaufmann Publisher Inc., 2013, ISBN: 978-0124157811.
35. Pons M., Valenzuela E., Rodríguez B., Nolasco-Flores J.A., Del-Valle-Soto C., *Utilization of 5G technologies in IoT applications: Current limitations by interference and network optimization difficulties—a review*, “Sensors”, Vol. 23, No. 8, 2023, DOI: 10.3390/s23083876.

36. Grobelna I., Mailland D., Horwat M., *Design of Automotive HMI: New Challenges in Enhancing User Experience, Safety, and Security*, "Applied Sciences", Vol. 15, No. 10, 2025, DOI: 10.3390/app15105572.
37. Pereyra I., *Uniwersalne zasady projektowania UX*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2025.
38. Vizcarra A., Quiroz G., Cornejo J., *The Impact of User Interface and Experience (UI/UX) Design on Visual Ergonomics: A Technical Approach for Reducing Human Error in Industrial Settings*, "Designs", Vol. 10, No. 1, 2026, DOI: 10.3390/designs10010008.
39. Stige Å., Zamani E.D., Mikalef P., Zhu Y., *Artificial intelligence (AI) for user experience (UX) design: a systematic literature review and future research agenda*, "Information Technology & People", Vol. 37, No. 6, 2024, 2324–2352, DOI: 10.1108/ITP-07-2022-0519.
40. Li W., Li S., *The Integration and Innovation of Artificial Intelligence and Big Data in User Experience Design*, International Conference on Advanced Intelligent Technologies, SIST, Vol. 123, 2024, 229–240, DOI: 10.1007/978-981-96-7332-2_32.

Inne źródła

- A1. Zharova A., Lee H.-E., *Understanding user perception and intention to use smart homes for energy efficiency: A survey*, arXiv 2022, DOI: 10.48550/arXiv.2212.05019.
- A2. Mufid N., *Design challenges for the implementation of smart homes*, arXiv 2023, DOI: 10.48550/arXiv.2308.16602.
- A3. Comeaga A.-M., Marin I., *Privacy management and interface design for a smart house*, arXiv 2024, DOI: 10.48550/arXiv.2402.18973.
- A4. Fischer F., Fleig A., Klar M., Paneva V., Müller J., *Towards a deep(er) understanding of interaction through modeling, simulation, and optimization*, arXiv 2023, DOI: 10.48550/arXiv.2302.11409.
- A5. Norma ISO 9241-210:2019, *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*, [www.iso.org/standard/77520.html].
- A6. Nielsen Norman Group, [www.nngroup.com].
- A7. 10 Usability Heuristics for User Interface Design, [www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics].
- A8. The Story, *Przewodnik po metrykach UX*, 2022, [https://thestory.is/pl/journal/metryki-ux].

UX in Smart Home Control Systems: A Review of Selected Design Approaches

Abstract: Smart Home technologies introduce new possibilities for enhancing user comfort, safety, and energy efficiency. However, their effectiveness and acceptance largely depend on the quality of user experience (UX). This narrative review examines the evolving field of UX design in smart homes, emphasizing its role in improving user experience and satisfaction. The paper discusses current challenges and key principles of UX design in this domain, identifying key user groups, their motivations, and barriers related to the use of such systems. It highlights essential design principles, including intuitiveness, accessibility, and user emotional engagement, but also refers to widely recognized standards and established principles from psychology. Furthermore, it presents tools and methods, such as usability testing, prototyping, and UX evaluation metrics, that support the development of more effective and user-friendly systems. Finally, the paper outlines potential directions for the future development of UX in smart home technologies, in the context of emerging technologies and evolving user expectations.

Keywords: control systems, Smart Home, smart technologies, user-centered design, user experience, UX

dr hab. inż. Iwona Grobelna, prof. UZ

i.grobelna@iee.uz.zgora.pl
ORCID: 0000-0002-0912-2958

Profesor uczelni w Instytucie Automatyki, Elektroniki i Elektrotechniki Uniwersytetu Zielonogórskiego. Uzyskała stopień magistra oraz doktora nauk technicznych w zakresie informatyki na Uniwersytecie Zielonogórskim odpowiednio w 2007 i 2012 r. W 2024 r. uzyskała stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, na podstawie badań związanych z weryfikacją systemów automatyki i sterowania oraz systemów energoelektronicznych. Autorka trzech monografii oraz współautorka ponad 80 publikacji naukowych. Jej zainteresowania badawcze obejmują projektowanie, specyfikację i weryfikację systemów sterowania.



mgr inż. Mateusz Komarowski

komarowski.mateusz@gmail.com
ORCID: 0009-0008-9002-073X

Absolwent kierunku Informatyka ze specjalnością Inżynieria Komputerowa na Wydziale Nauk Inżynieryjno-Technicznych Uniwersytetu Zielonogórskiego. Wykwalifikowany Full Stack Developer z silnym zapleczem analitycznym, specjalizujący się w projektowaniu oraz wdrażaniu kompleksowych systemów informatycznych i zaawansowanych aplikacji webowych.

