Certyfikowany tester
Sylabus poziomu zaawansowanego

Inżynier automatyzacji testowania

Wersja 2016

International Software Testing Qualifications Board

Grupa robocza ds. automatyzacji testowania na poziomie zaawansowanym (Advanced Level Test Automation Working Group): Bryan Bakker, Graham Bath, Armin Born, Mark Fewster, Jani Haukinen, Judy McKay, Andrew Pollner, Raluca Popescu, Ina Schieferdecker (2016).

Historia zmian

Wersja	Data	Uwagi
Pierwsza wersja robocza	13 sierpnia 2015 r.	Pierwsza wersja robocza
Druga wersja robocza	5 listopada 2015 r.	Przypisanie i zmiana układu celów nauczania
Trzecia wersja robocza	17 grudnia 2015 r.	Dopracowanie celów nauczania
Wersja beta	11 stycznia 2016 r.	Wersja po redakcji
Wersja beta	18 marca 2016 r.	Wersja beta
Sylabus 2016	21 października 2016 r.	Wersja zatwierdzona do publikacji przez Zgromadzenie Ogólne

Spis treści

Podziękowania

Niniejszy dokument został opracowany przez podstawowy zespół grupy roboczej ds. poziomu zaawansowanego (Advanced Level Working Group) działającej w ramach ISTQB.

Członkowie zespołu pragną podziękować zespołowi weryfikatorów oraz wszystkim radom krajowym za sugestie i wskazówki.

W chwili zakończenia prac nad sylabusem poziomu zaawansowanego do tego modułu w skład grupy roboczej ds. automatyzacji testowania na poziomie zaawansowanym wchodziły następujące osoby: Bryan Bakker, Graham Bath (przewodniczący grupy roboczej ds. poziomu zaawansowanego), Armin Beer, Inga Birthe, Armin Born, Alessandro Collino, Massimo Di Carlo, Mark Fewster, Mieke Gevers, Jani Haukinen, Skule Johansen, Eli Margolin, Judy McKay (wiceprzewodnicząca grupy roboczej ds. poziomu zaawansowanego), Kateryna Nesmyelova, Mahantesh (Monty) Pattan, Andrew Pollner (przewodniczący grupy roboczej ds. automatyzacji testowania na poziomie zaawansowanym), Raluca Popescu, Ioana Prundaru, Riccardo Rosci, Ina Schieferdecker, Gil Shekel oraz Chris Van Bael.

Autorami sylabusa są następujący członkowie podstawowego zespołu: Andrew Pollner (przewodniczący), Bryan Bakker, Armin Born, Mark Fewster, Jani Haukinen, Raluca Popescu oraz Ina Schieferdecker.

Następujące osoby uczestniczyły w procesie weryfikacji, zgłaszały uwagi i głosowały nad niniejszym sylabusem (w kolejności alfabetycznej): Armin Beer, Tibor Csondes, Massimo Di Carlo, Chen Geng, Cheryl George, Kari Kakkonen, Jen Leger, Singh Manku, Ana Paiva, Raluca Popescu, Meile Posthuma, Darshan Preet, Ioana Prundaru, Stephanie Ulrich, Erik van Veenendaal oraz Rahul Verma.

Niniejszy dokument został formalnie zatwierdzony do publikacji przez Zgromadzenie Ogólne ISTQB w dniu 21 października 2016 r.

Koordynację prac tłumaczenia na język polski wykonały następujące osoby: Damian Brzęczek, Jan Sabak.

Następujące osoby uczestniczyły w procesie przeglądu tłumaczenia: Bartosz Walter, Damian Brzęczek, Michał Krześlak, Sebastian Małyska.

Przegląd końcowy: Lucjan Stapp, Karolina Zmitrowicz.

0. Wstęp

0.1 Cel

Niniejszy sylabus stanowi podstawę egzaminu International Software Testing Qualification w zakresie inżynierii automatyzacji testowania na poziomie zaawansowanym. ISTQB udostępnia sylabus:

- radom krajowym w celu przetłumaczenia na języki lokalne i dokonania akredytacji dostawców szkoleń (rady krajowe mogą dostosowywać sylabus do potrzeb danego języka oraz modyfikować odwołania do literatury w celu uwzględnienia publikacji lokalnych);
- komisjom egzaminacyjnym w celu sformułowania pytań egzaminacyjnych w językach lokalnych (dostosowanych do celów nauczania poszczególnych modułów);
- dostawcom szkoleń w celu opracowania materiałów dydaktycznych i określenia odpowiednich metod nauczania;
- kandydatom ubiegającym się o certyfikat w celu przygotowania się do egzaminu (w ramach szkoleń lub samodzielnie);
- międzynarodowej społeczności specjalistów w dziedzinie inżynierii oprogramowania i systemów w celu rozwijania zawodu testera oprogramowania i systemów oraz opracowywania książek i artykułów.

ISTQB może również zezwolić innym podmiotom na korzystanie z niniejszego sylabusa do innych celów pod warunkiem wystąpienia przez te podmioty o stosowną pisemną zgodę.

0.2 Zakres dokumentu

0.2.1 Zagadnienia uwzględnione w dokumencie

W niniejszym dokumencie opisano zadania inżyniera automatyzacji testowania (ang. *Test Automation Engineer — TAE*) związane z projektowaniem, tworzeniem i utrzymaniem rozwiązań do automatyzacji testowania. Autorzy skupili się na pojęciach, metodach, narzędziach i procesach związanych z automatyzacją dynamicznych testów funkcjonalnych oraz na powiązaniach między tymi testami a procesami zarządzania testami, zarządzania konfiguracją, zarządzania defektami, wytwarzania oprogramowania i zapewnienia jakości oprogramowania.

Opisane metody mają ogólne zastosowanie w różnych modelach cyklu życia oprogramowania (np. model zwinny, sekwencyjny, przyrostowy lub iteracyjny), różnych typów systemów oprogramowania (np. systemów wbudowanych, rozproszonych lub mobilnych) oraz różnych typów testów (tj. testów funkcjonalnych i testów niefunkcjonalnych).

0.2.2 Zagadnienia nieuwzględnione w dokumencie

W niniejszym sylabusie dotyczącym inżynierii automatyzacji testowania nie zostały uwzględnione następujące zagadnienia:

- zarządzanie testami, automatyczne tworzenie specyfikacji testów i automatyczne generowanie testów;
- zadania kierownika ds. automatyzacji testowania (TAM) związane z planowaniem, nadzorowaniem i dostosowywaniem procesów tworzenia i rozwoju rozwiązań do automatyzacji testowania;
- szczegółowe aspekty automatyzacji testów niefunkcjonalnych (np. kwestie wydajności);
- automatyzacja narzędzi do analizy statycznej (np. podatności) i narzędzi do testów statycznych;
- nauczanie metod inżynierii oprogramowania i zasad programowania (np. w zakresie doboru stosowanych standardów czy określania kwalifikacji niezbędnych do realizacji rozwiązań do automatyzacji testowania);
- nauczanie technologii oprogramowania (np. w zakresie wyboru technik tworzenia skryptów w celu implementacji rozwiązań do automatyzacji testowania);
- wybór produktów i usług służących do testowania oprogramowania (np. dobór produktów i usług używanych w ramach rozwiązania do automatyzacji testowania).

0.3 Certyfikowany tester, poziom zaawansowany — inżynier automatyzacji testowania

0.3.1 Oczekiwania

Certyfikacja na poziomie zaawansowanym jest przeznaczona dla osób, które chcą poszerzyć wiedzę i umiejętności zdobyte podczas nauki na poziomie podstawowym oraz dalej rozwijać specjalistyczną wiedzę w jednym lub kilku konkretnych obszarach. Moduły oferowane na poziomie zaawansowanym obejmują szeroką gamę tematów związanych z testowaniem.

Inżynier automatyzacji testowania musi wykazywać się zarówno obszerną wiedzą ogólną w zakresie testowania, jak i dogłębną znajomością szczególnej dziedziny, jaką jest automatyzacja testowania. Określenie „dogłębna znajomość" oznacza posiadanie wiedzy na temat teorii i praktyki automatyzacji testowania, która jest wystarczająca do wywierania wpływu na kierunek działań organizacji i/lub sposób realizacji projektu na etapach projektowania, tworzenia i utrzymania rozwiązań do automatyzacji testowania w obszarze testów funkcjonalnych.

Cele biznesowe tego modułu opisano w dokumencie zatytułowanym „Przegląd modułów poziomu zaawansowanego" [ISTQB-AL-Modules].

0.3.2 Wymagania związane z przystąpieniem do egzaminu i odnawianiem uprawnień

Ogólne kryteria dotyczące przystępowania do egzaminu na poziomie zaawansowanym opisano w serwisie internetowym ISTQB [ISTQB-Web] w sekcji „Advanced Level" (Poziom zaawansowany).

Aby przystąpić do egzaminu certyfikacyjnego na inżyniera automatyzacji testowania na poziomie zaawansowanym, kandydat musi spełniać powyższe kryteria ogólne oraz posiadać certyfikat ISTQB poziomu podstawowego [ISTQB-CTFL].

0.3.3 Poziom wiedzy

Cele nauczania realizowane przez niniejszy sylabus wymieniono na początku każdego rozdziału, aby umożliwić ich jednoznaczne zidentyfikowanie. Znajomość poszczególnych zagadnień przewidzianych w sylabusie będzie sprawdzana na egzaminie zgodnie z przypisanymi celami nauczania.

Poziomy poznawcze (tzw. poziomy „K") przyporządkowane do poszczególnych celów nauczania opisano w serwisie internetowym ISTQB [ISTQB-Web].

0.3.4 Egzamin

Egzamin umożliwiający uzyskanie certyfikatu na poziomie zaawansowanym jest oparty na niniejszym sylabusie oraz sylabusie poziomu podstawowego [ISTQB-FL]. Przy udzielaniu odpowiedzi na pytania egzaminacyjne może być konieczne skorzystanie z materiału obejmującego więcej niż jeden rozdział powyższych sylabusów.

Format egzaminu opisano w serwisie internetowym ISTQB [ISTQB-Web] w sekcji „Advanced Level" (Poziom zaawansowany). W serwisie tym są również dostępne inne informacje przydatne przy zdawaniu egzaminów.

0.3.5 Akredytacja

Rada krajowa ISTQB może dokonywać akredytacji dostawców szkoleń, którzy oferują materiały dydaktyczne zgodne z niniejszym sylabusem.

Zasady akredytacji w Polsce znajdują się na stronie https://sjsi.org/ist-qb/akredytacja/

0.4 Części normatywne i informacyjne

Przedmiotem egzaminu może być treść części normatywnych sylabusa. Są to:

- Cele nauczania
- Słowa kluczowe

Pozostałe części sylabusa mają charakter informacyjny i służą dokładniejszemu omówieniu celów nauczania.

0.5 Szczegółowość

Szczegółowość informacji zawartych w niniejszym sylabusie umożliwia spójne nauczanie i przeprowadzanie egzaminów na skalę międzynarodową. W tym celu w sylabusie uwzględniono:

- cele nauczania w poszczególnych obszarach wiedzy, opisujące efekty kształcenia o charakterze poznawczym oraz docelowe nastawienie (część normatywna);
- wykaz informacji przekazywanych w procesie kształcenia, w tym opis najważniejszych pojęć, listę źródeł (takich jak uznane publikacje lub standardy) oraz odsyłacze do ewentualnych źródeł dodatkowych (część informacyjna).

Treść sylabusa nie stanowi opisu całego obszaru wiedzy związanego z inżynierią automatyzacji testowania. Odzwierciedla ona jedynie poziom szczegółów, jaki należy uwzględnić w akredytowanym szkoleniu na poziomie zaawansowanym.

0.6 Struktura sylabusa

Dokument podzielono na osiem głównych rozdziałów. Nagłówek najwyższego poziomu zawiera informację o czasie trwania szkolenia dotyczącego treści danego rozdziału. Na przykład:

3. Ogólna architektura automatyzacji testowania 270 min

Powyższa informacja oznacza, że na przekazanie wiedzy zawartej w rozdziale 3. przeznaczono 270 minut. Na początku każdego rozdziału wymieniono szczegółowe cele nauczania.

0.7 Terminy, definicje i skróty

W literaturze z dziedziny oprogramowania wiele terminów jest stosowanych wymiennie. Definicje terminów stosowanych w niniejszym sylabusie poziomu zaawansowanego są dostępne w opublikowanym przez ISTQB „Słowniku wyrażeń związanych z testowaniem” [ISTQB-Glossary].

Ponadto, w słowniku zdefiniowano poszczególne słowa kluczowe umieszczone na początku każdego rozdziału niniejszego sylabusa poziomu zaawansowanego.

W dokumencie używane są następujące skróty i skrótowce:

CLI Command Line Interface — interfejs wiersza poleceń
EMTE Equivalent Manual Test Effort — równoważnik pracochłonności testowania manualnego
gTAA Generic Test Automation Architecture — ogólna architektura automatyzacji testowania (będąca wzorem dla rozwiązań do automatyzacji testowania)
GUI Graphical User Interface — graficzny interfejs użytkownika
SUT System Under Test — testowany system (patrz także: przedmiot testów)
TAA Test Automation Architecture — architektura automatyzacji testowania (praktyczna realizacja gTAA określająca architekturę rozwiązania do automatyzacji testowania)
TAE Test Automation Engineer — inżynier automatyzacji testowania (osoba odpowiedzialna za zaprojektowanie TAA oraz implementację, utrzymanie i rozwój techniczny powstałego w rezultacie TAS)
TAF Test Automation Framework — struktura automatyzacji testów (środowisko niezbędne do automatyzacji testowania, obejmujące między innymi jarzma testowe oraz artefakty takie jak biblioteki testowe)
TAM Test Automation Manager — kierownik ds. automatyzacji testowania (osoba odpowiedzialna za planowanie i nadzorowanie procesu tworzenia i rozwoju rozwiązania do automatyzacji testowania)
TAS Test Automation Solution — rozwiązanie do automatyzacji testowania (realizacja/implementacja TAA obejmująca między innymi jarzma testowe oraz artefakty takie jak biblioteki testowe)
UI User Interface — interfejs użytkownika
SDLC Software Development Lifecycle — cykl życia oprogramowania

1. Wprowadzenie do automatyzacji testowania i jej cele — 30 min

Słowa kluczowe
architektura automatyzacji testowania, automatyzacja testowania, strategia automatyzacji testowania struktura automatyzacji testów, skrypt testowy, testowanie API, testowanie CLI, testowanie GUI, testowany system, testalia

Cele nauczania — wprowadzenie do automatyzacji testowania i jej cele

1.1 **Cel automatyzacji testowania**
ALTA-E-1.1.1 (K2) Kandydat potrafi objaśnić cele, zalety, wady i ograniczenia automatyzacji testowania.

1.2 **Czynniki sukcesu w zakresie automatyzacji testowania**
ALTA-E-1.2.1 (K2) Kandydat potrafi wskazać czynniki decydujące o sukcesie projektu automatyzacji testowania.

1.1 Cel automatyzacji testowania

Automatyzacja testowania (obejmująca także wykonywanie testów automatycznych) w kontekście testowania oprogramowania oznacza proces obejmujący jedno lub kilka następujących działań:

- Kontrolowanie i konfigurowanie warunków początkowych testów przy użyciu specjalnie w tym celu opracowanych narzędzi
- Wykonywanie testów
- Porównywanie wyników rzeczywistych z oczekiwanymi

W celu zminimalizowania wzajemnego wpływu na siebie, zaleca się oddzielenie oprogramowania służącego do wykonywania testów od testowanego systemu (*SUT*). Dopuszcza się jednak wyjątki od tej zasady — przykładem mogą być systemy wbudowane, w przypadku których konieczna jest integracja oprogramowania testowego z testowanym systemem.

Automatyzacja testowania ma z założenia ułatwić konsekwentne, wielokrotne wykonywanie dużej liczby przypadków testowych w różnych wersjach testowanego systemu i/lub na różnych środowiskach. Nie oznacza to jednak, że jest ona jedynie mechanizmem do wykonywania zestawu testów bez udziału człowieka. Ważnym jej elementem jest również proces projektowania testaliów, do których zaliczają się:

- Oprogramowanie
- Dokumentacja
- Przypadki testowe
- Środowiska testowe
- Dane testowe

Testalia są niezbędne do wykonywania czynności testowych obejmujących:

- Implementowanie automatycznych przypadków testowych
- Monitorowanie i kontrolowanie wykonywania testów automatycznych
- Interpretowanie, raportowanie oraz rejestrowanie rezultatów testów automatycznych

W ramach automatyzacji testowania mogą być stosowane różne metody interakcji z testowanym systemem:

- Testowanie za pośrednictwem publicznych interfejsów do klas, modułów lub bibliotek testowanego systemu (testowanie API)
- Testowanie za pośrednictwem interfejsu użytkownika testowanego systemu (np. testowanie GUI lub testowanie CLI)
- Testowanie za pośrednictwem usługi lub protokołu

Wśród celów automatyzacji testowania można wymienić:

- Zwiększenie efektywności wykonywania testów
- Zapewnienie szerszego pokrycia funkcji
- Obniżenie łącznych kosztów testowania
- Wykonywanie testów, których testerzy nie mogą wykonać manualnie
- Skrócenie okresu wykonywania testów
- Zwiększenie częstotliwości testów lub skrócenie czasu trwania cykli testowych

Do zalet automatyzacji testowania można zaliczyć:

- Możliwość wykonywania większej liczby testów w przypadku każdej wersji
- Możliwość tworzenia testów, których nie da się wykonać manualnie (np. testów wykonywanych w czasie rzeczywistym, testów zdalnych czy testów równoległych)
- Możliwość wykonywania bardziej złożonych testów
- Większą szybkość wykonywania testów
- Ograniczenie podatności testów na błędy operatora
- Skuteczniejsze i efektywniejsze wykorzystanie zasobów testowych
- Szybsze uzyskiwanie informacji zwrotnych na temat jakości oprogramowania
- Wyższą niezawodność systemu (np. powtarzalność, spójność)
- Większą spójność testów

Wady automatyzacji testowania to między innymi:

- Dodatkowe koszty
- Początkowe nakłady inwestycyjne związane ze skonfigurowaniem rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)
- Konieczność stosowania dodatkowych technologii
- Konieczność posiadania przez zespół umiejętności w zakresie programowania i automatyzacji
- Wymóg ciągłego utrzymania rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)

- Ryzyko odwrócenia uwagi od celów testowania (np. w wyniku skoncentrowania się na automatyzacji przypadków testowych kosztem wykonywania testów)
- Potencjalny wzrost złożoności testów
- Niebezpieczeństwo wprowadzenia dodatkowych błędów w wyniku automatyzacji

Wśród ograniczeń związanych z automatyzacją testowania należy wymienić:
- Brak możliwości zautomatyzowania wszystkich testów manualnych
- Możliwość sprawdzania jedynie rezultatów dających się zinterpretować przez maszynę
- Możliwość sprawdzania tylko tych rzeczywistych rezultatów, które mogą zostać zweryfikowane przez automatyczną wyrocznię testową
- Brak możliwości zastąpienia testów eksploracyjnych

1.2 Czynniki sukcesu w zakresie automatyzacji testowania

Przedstawione poniżej czynniki sukcesu dotyczą takich projektów automatyzacji testowania, które są już realizowane, w związku z czym skupiono się na czynnikach wpływających na długofalowe powodzenie przedsięwzięcia. Nie uwzględniono natomiast czynników wpływających na powodzenie projektów automatyzacji testowania znajdujących się w fazie pilotażowej.

Poniżej opisano najważniejsze czynniki sukcesu związane z automatyzacją testowania:

Architektura automatyzacji testowania (TAA)

Architektura automatyzacji testowania (ang. *Test Automation Architecture — TAA*) jest bardzo ściśle dopasowana do architektury testowanego oprogramowania. W związku z tym należy jednoznacznie wskazać, które wymagania funkcjonalne i niefunkcjonalne znajdują odzwierciedlenie w tej architekturze — zwykle są to wymagania uznawane za najważniejsze.

Architekturę automatyzacji testowania często projektuje się pod kątem pielęgnowalności, wydajności i łatwości nauki (szczegółowe informacje na temat tych i innych cech niefunkcjonalnych zawiera norma ISO/IEC 25000:2014). W związku z tym wskazane jest zaangażowanie inżynierów oprogramowania, którzy znają architekturę testowanego systemu.

Testowalność testowanego systemu

Testowany system musi być zaprojektowany pod kątem testowalności, w tym możliwości testowania automatycznego. W przypadku testowania przy użyciu GUI może to oznaczać jak największe odseparowanie interakcji i danych realizowanych/przesyłanych za pośrednictwem tego interfejsu od jego aspektów wizualnych. Z kolei w przypadku testowania API może to oznaczać konieczność udostępnienia większej liczby klas lub modułów (bądź CLI) w sposób umożliwiający ich przetestowanie.

W pierwszej kolejności należy zająć się testowalnymi elementami testowanego systemu. Jednym z najważniejszych czynników sukcesu związanych z automatyzacją testowania jest zwykle łatwość implementacji automatycznych skryptów testów. Aby osiągnąć ten cel i pomyślnie zaprezentować dowód słuszności koncepcji, inżynier automatyzacji testowania (TAE) musi zidentyfikować moduły lub komponenty testowanego systemu dające się łatwo przetestować z wykorzystaniem automatyzacji i zacząć od nich.

Strategia automatyzacji testowania

Niezbędna jest praktyczna i spójna strategia automatyzacji testowania, uwzględniająca kwestie pielęgnowalności i spójności testowanego systemu.

Nie zawsze można zastosować strategię automatyzacji testowania w ten sam sposób w odniesieniu do starych i nowych elementów systemu testowanego. Dlatego przy tworzeniu strategii należy wziąć pod uwagę koszty, korzyści i ryzyko związane z jej stosowaniem do różnych obszarów kodu.

Należy również zastanowić się nad przetestowaniem GUI oraz API przy użyciu automatycznych przypadków testowych w celu sprawdzenia spójności rezultatów.

Struktura automatyzacji testów (TAF)

Łatwa w użyciu, dobrze udokumentowana i pielęgnowalna struktura automatyzacji testów (ang. *Test Automation Framework — TAF*) pozwala zapewnić spójne podejście do automatyzacji testów.

Aby stworzyć łatwą w użyciu i pielęgnowalną strukturę automatyzacji testów, powinny być uwzględnione następujące zagadnienia:

- Implementacja mechanizmów raportowania: raporty z testów powinny dostarczać informacji na temat jakości testowanego systemu (test zaliczony, niezaliczony, zakończony błędem, niewykonany lub anulowany, statystyczny itd.). Informacje zawarte w raportach powinny umożliwiać zaangażowanym testerom, kierownikom testów, programistom, kierownikom projektu i innym interesariuszom uzyskanie ogólnego obrazu jakości systemu.

- Łatwe diagnozowanie problemów. Poza wykonywaniem testów i rejestrowaniem danych, TAF powinna również umożliwiać łatwe diagnozowanie przyczyn niezaliczonych testów. Test może nie zostać zaliczony na skutek:
    - Awarii wykrytych w testowanym systemie
    - Awarii wykrytych w rozwiązaniu do automatyzacji testowania (TAS)
    - Problemów związanych z samym testem lub środowiskiem testowym

- Poświęcenie należytej uwagi środowisku testowemu. Funkcjonowanie narzędzi testowych zależy od spójności środowiska testowego. W przypadku testowania automatycznego konieczne jest stworzenie wydzielonego środowiska testowego, ponieważ brak kontroli nad tym środowiskiem i danymi testowymi może doprowadzić do sytuacji, w której konfiguracja testowa nie spełni wymagań związanych z wykonywaniem testów, a uzyskane rezultaty będą fałszywe.

- Dokumentowanie automatycznych przypadków testowych. Należy jednoznacznie określić cele automatyzacji testowania: które elementy aplikacji mają być testowane i w jakim stopniu, jakie atrybuty (funkcjonalne i niefunkcjonalne) mają być przedmiotem testów itd. Następnie, należy w przejrzysty sposób opisać i udokumentować przyjęte założenia.

- Śledzenie testów automatycznych. Struktura automatyzacji testów musi umożliwiać inżynierowi automatyzacji testowania śledzenie powiązań między poszczególnymi krokami a przypadkami testowymi.

- Łatwość pielęgnacji. Automatyczne przypadki testowe powinny być łatwe w pielęgnacji, tak aby nie pochłaniała ona istotnej części nakładów pracy związanych z automatyzacją testowania. Ponadto, nakłady pracy na pielęgnację muszą być proporcjonalne do zakresu zmian wprowadzanych w testowanym systemie, co z kolei oznacza, że przypadki testowe muszą być łatwe do analizowania, modyfikowania i rozszerzania. Inną ważną kwestią jest zapewnienie wysokiego stopnia ponownego wykorzystania testaliów w testach automatycznych, co pozwoli ograniczyć liczbę elementów wymagających zmiany.

- Potrzeba ciągłej aktualizacji testów automatycznych. Jeśli wprowadzenie nowych lub zmiana dotychczasowych wymagań powoduje niezaliczenie pojedynczych testów lub całych zestawów testów, nie należy pomijać niezaliczonych testów, tylko je skorygować.

- Planowanie wdrożenia. Należy zadbać o możliwość łatwego wdrażania, modyfikacji i ponownego wdrażania skryptów testowych.

- Wycofywanie testów w zależności od potrzeb. Należy zadbać o możliwość łatwego wycofywania z użycia skryptów testów automatycznych, które nie są już przydatne lub niezbędne.

- Monitorowanie i przywracanie sprawności testowanego systemu. Ciągłe uruchamianie przypadku testowego lub zbioru przypadków testowych wymaga w praktyce nieprzerwanego monitorowania testowanego systemu. Jeśli w systemie tym wystąpi błąd krytyczny (np. *crash*), struktura

automatyzacji testów musi umożliwić przywrócenie sprawności systemu, pominięcie bieżącego przypadku testowego i wznowienie testowania od następnego przypadku.

Utrzymanie kodu związanego z automatyzacją testowania może być skomplikowanym zadaniem. Zdarza się, że ilość kodu używanego do testowania dorównuje ilości kodu testowanego systemu, przez co kluczowego znaczenia nabiera pielęgnowalność. Wynika to z faktu stosowania różnych narzędzi testowych i przeprowadzania różnego typu weryfikacji, a także z konieczności utrzymywania różnych testaliów (takich jak dane wejściowe do testów, wyrocznie testowe czy raporty z testów).

Mając na uwadze powyższe uwagi dotyczące pielęgnacji, warto unikać następujących działań:

- Nie należy tworzyć kodu uzależnionego od sposobu działania interfejsu (tj. kodu, na który miałyby wpływ zmiany w interfejsie graficznym lub w mniej istotnych obszarach interfejsu API)
- Nie należy tworzyć takich mechanizmów automatyzacji testowania, które są wrażliwe na zmiany danych lub w dużym stopniu uzależnione od określonych wartości danych (przykładem może być zależność danych wejściowych do testów od danych wyjściowych z innych testów)
- Nie należy tworzyć takiego środowiska automatyzacji, które jest wrażliwe na kontekst (np. na ustawienia daty i godziny w systemie operacyjnym, parametry lokalizacji systemu operacyjnego bądź zawartość innej aplikacji). Lepszym rozwiązaniem jest użycie w razie potrzeby zaślepek testowych do sterowania parametrami środowiska

Im więcej kryteriów sukcesu zostanie spełnionych, tym wyższe będzie prawdopodobieństwo powodzenia projektu automatyzacji. Należy jednak pamiętać, że nie każde kryterium jest obowiązkowe, a w praktyce spełnienie wszystkich kryteriów jest rzadko spotykane. Dlatego przed rozpoczęciem projektu automatyzacji testowania należy przeanalizować szanse jego powodzenia z punktu widzenia spełnionych i niespełnionych kryteriów, z uwzględnieniem czynników ryzyka związanych z wybranym podejściem oraz kontekstu projektu. Po opracowaniu architektury automatyzacji testowania (TAA) należy również zbadać, jakich elementów brakuje lub jakie elementy wymagają dalszego dopracowania.

2. Przygotowanie do automatyzacji testowania — 165 min

Słowa kluczowe
kierownik ds. automatyzacji testowania, narzędzie do wykonywania testów, poziom wpływu, punkt zaczepienia testu, sterownik, testowalność, zaślepka,

Cele nauczania — przygotowanie do automatyzacji testowania

2.1 Czynniki związane z testowanym systemem wpływające na automatyzację testowania

ALTA-E-2.1.1 (K4) Kandydat potrafi przeanalizować testowany system w celu określenia właściwego rozwiązania do automatyzacji.

2.2 Ocena i wybór narzędzi

ALTA-E-2.2.1 (K4) Kandydat potrafi przeanalizować narzędzia do automatyzacji testowania w kontekście danego projektu i przedstawić wnioski/zalecenia techniczne.

2.3 Projektowanie pod kątem testowalności i automatyzacji

ALTA-E-2.3.1 (K2) Kandydat zna metody „projektowania pod kątem testowalności” i „projektowania pod kątem automatyzacji testowania” mające zastosowanie do testowanego systemu.

2.1 Czynniki związane z testowanym systemem wpływające na automatyzację testowania

Analizując kontekst testowanego systemu i jego środowiska, należy zidentyfikować czynniki wpływające na automatyzację testowania, a następnie wskazać na ich podstawie właściwe rozwiązanie. Wśród istotnych czynników można wymienić:

- Interfejsy testowanego systemu
  Automatyczne przypadki testowe wywołują określone akcje w testowanym systemie, w związku z czym system ten musi udostępniać interfejsy, za pośrednictwem których można nim sterować. Sterowanie może odbywać się przy użyciu elementów interfejsu użytkownika lub przy użyciu interfejsów programowych niższego poziomu. Niektóre przypadki testowe mogą również korzystać z interfejsów komunikacyjnych (np. protokołu TCP/IP, magistrali USB lub autorskich interfejsów do przesyłania komunikatów).

  Dekompozycja testowanego systemu umożliwia mechanizmom automatyzacji testowania komunikowanie się z nim na różnych poziomach testów. Dzięki temu można zautomatyzować testy na określonym poziomie (np. na poziomie komponentów i na poziomie systemu), o ile system testowany wspiera tego typu rozwiązania. W systemie może na przykład brakować interfejsu użytkownika, który umożliwiałby testowanie na poziomie komponentów. W tej sytuacji muszą być dostępne inne, potencjalnie dostosowane do konkretnych potrzeb interfejsy programowe (zwane także punktami zaczepienia testów).

- Oprogramowanie innych firm
  Testowane systemy często składają się zarówno z oprogramowania stworzonego przez organizację macierzystą, jak i oprogramowania dostarczonego przez inne firmy. W pewnych sytuacjach może być konieczne przetestowanie oprogramowania innej firmy, przy czym do ewentualnej automatyzacji tego procesu może być niezbędne inne rozwiązanie — na przykład wykorzystujące API.

- Poziomy wpływu
  Poszczególne podejścia do automatyzacji testowania (korzystające z różnych narzędzi) różnią się poziomem wpływu. Im większa jest liczba zmian w testowanym systemie spowodowana testowaniem automatycznym, tym wyższy jest poziom wpływu. Korzystanie z wyspecjalizowanych interfejsów programowych charakteryzuje się wysokim poziomem wpływu — w przeciwieństwie do korzystania z istniejących elementów interfejsu użytkownika. W przypadku wykorzystania elementów sprzętowych testowanego systemu (takich jak klawiatury, przełączniki ręczne, ekrany dotykowe czy interfejsy komunikacyjne) mamy do czynienia z jeszcze wyższym poziomem wpływu.

  Problem z wyższymi poziomami wpływu polega na tym, że wiążą się one z większym ryzykiem wystąpienia fałszywych alarmów. W rezultacie, rozwiązanie do automatyzacji testowania (TAS) może zgłaszać awarie wynikające z wysokiego poziomu wpływu narzuconego przez testy, które prawdopodobnie nie wystąpiłyby podczas korzystania z systemu oprogramowania w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Z drugiej strony, testowanie z wysokim poziomem wpływu jest zwykle prostszą metodą automatyzacji testowania.

- Różne architektury testowanych systemów
  Różne architektury testowanych systemów mogą wymagać stosowania różnych rozwiązań do automatyzacji testowania. Na przykład system napisany w języku C++ z wykorzystaniem technologii COM wymaga innego podejścia niż system napisany w języku Python. Nie wyklucza to zastosowania wspólnej strategii automatyzacji testowania obejmującej różne architektury, ale musi to być strategia hybrydowa, uwzględniająca specyfikę poszczególnych środowisk.

- Wielkość i złożoność testowanego systemu
  Należy wziąć pod uwagę wielkość i złożoność obecnej wersji testowanego systemu oraz plany dotyczące jego dalszego rozwoju. W przypadku niewielkiego, prostego systemu, złożone i bardzo elastyczne podejście do automatyzacji testowania może okazać się nieuzasadnione — w takiej sytuacji lepiej jest zastosować proste rozwiązania. Z drugiej strony, niewskazane jest stosowanie nieelastycznego podejścia w przypadku bardzo dużego i złożonego systemu. Zdarzają się oczywiście sytuacje, w których można z powodzeniem zacząć od prostych, zakrojonych na niewielką skalę rozwiązań nawet w przypadku systemu o dużej złożoności, ale podejście takie powinno mieć wyłącznie charakter tymczasowy (więcej informacji na ten temat zawiera rozdział 3).

Niektóre z opisanych powyżej czynników (np. wielkość i złożoność systemu bądź dostępność interfejsów programowych) można określić dopiero po udostępnieniu testowanego systemu, ale w większości przypadków prace nad automatyzacją testowania powinny rozpocząć się jeszcze zanim system ten zostanie udostępniony. Z jednej strony, wymaga to przyjęcia pewnych założeń szacunkowych, a z drugiej -- stwarza inżynierowi automatyzacji testowania (TAE) okazję do określenia niezbędnych interfejsów programowych (więcej informacji na ten temat zawiera podrozdział 2.3).

Planowanie automatyzacji testowania można rozpocząć jeszcze przed powstaniem testowanego systemu. Na przykład:

- Gdy są już znane wymagania (funkcjonalne lub niefunkcjonalne), można na ich podstawie wybrać testy potencjalnie nadające się do zautomatyzowania i zidentyfikować sposoby ich przeprowadzania. Po wybraniu testów można rozpocząć planowanie automatyzacji, w tym identyfikowanie wymagań związanych z automatyzacją oraz określanie strategii automatyzacji testowania
- W fazie opracowywania architektury i projektu technicznego można przystąpić do projektowania interfejsów programowych wspomagających testowanie

2.2 Ocena i wybór narzędzi

Główną osobą odpowiedzialną za ocenę i wybór narzędzi jest kierownik ds. automatyzacji testowania (TAM), jednak inżynier automatyzacji testowania (TAE) również angażuje się w ten proces, udzielając TAM niezbędnych informacji oraz wykonując cały szereg czynności związanych z oceną i wyborem narzędzi. Pojęcie procesu oceny i wyboru narzędzi zostało wprowadzone w sylabusie poziomu podstawowego, a szczegółowe informacje na temat tego procesu zawiera sylabus poziomu zaawansowanego dla kierownika testów [ISTQB-AL-TM].

TAE uczestniczy we wszystkich etapach procesu oceny i wyboru narzędzi, a zwłaszcza w:

- Ocenie dojrzałości organizacyjnej i możliwości obsługi narzędzi testowych
- Ocenie właściwych celów, jakie należy osiągnąć w zakresie obsługi narzędzi testowych
- Określeniu potencjalnie przydatnych narzędzi i zbieraniu informacji na ich temat
- Analizowaniu informacji o narzędziach z punktu widzenia celów i ograniczeń projektu
- Szacowaniu stosunku kosztów do przewidywanych korzyści na podstawie rzetelnego uzasadnienia biznesowego
- Rekomendowaniu właściwego narzędzia
- Określaniu kompatybilności narzędzia z komponentami testowanego systemu

Narzędzia do automatyzacji testów funkcjonalnych często nie spełniają wszystkich oczekiwań i nie uwzględniają wszystkich sytuacji, które mogą wystąpić w ramach projektu automatyzacji. Poniżej przedstawiono kilka przykładów tego rodzaju problemów (oczywiście, lista nie jest wyczerpująca):

Sytuacja	Przykłady	Potencjalne rozwiązania
Interfejs narzędzia nie współpracuje z innymi wdrożonymi wcześniej narzędziami.	• W wyniku aktualizacji narzędzia do zarządzania testami zmienił się interfejs łączący. • Informacje udzielone przez dział obsługi przedsprzedażowej okazały się błędne, przez co nie wszystkie dane można przekazać do narzędzia raportowego.	• Przed każdą aktualizacją należy uważnie zapoznać się z opisem wydania (release notes), a w przypadku dużych migracji należy przetestować produkt przed przekazaniem go do produkcji. • Należy poprosić o przeprowadzenie demonstracji narzędzia w miejscu instalacji, z wykorzystaniem rzeczywistego testowanego systemu. • Należy zwrócić się o pomoc do dostawcy i/lub skorzystać z forów dyskusyjnych dla użytkowników.
Niektóre zależności oprogramowania	• Dział programistyczny zaczął korzystać z najnowszej wersji	• Należy zsynchronizować aktualizacje środowiska

testowanego systemu, uległy zmianie i nie są już obsługiwane przez narzędzie testowe.	środowiska Java.	programistycznego i testowego z aktualizacjami narzędzia do automatyzacji testowania.
Nie można przechwycić obiektu w interfejsie graficznym.	• Obiekt jest widoczny, ale narzędzie do automatyzacji testowania nie może wejść z nim w interakcję.	• Programiści powinni stosować wyłącznie dobrze znane technologie i obiekty. • Przed zakupem narzędzia do automatyzacji testowania należy przeprowadzić projekt pilotażowy. • Należy zlecić programistom określenie standardów dotyczących obiektów.
Narzędzie sprawia wrażenie bardzo skomplikowanego.	• Narzędzie ma bardzo bogaty zestaw funkcji, jednak tylko część z nich będzie faktycznie wykorzystywana.	• Należy poszukać sposobu na ograniczenie dostępnego zestawu funkcji poprzez usunięcie zbędnych elementów z paska narzędzi. • Należy wybrać licencję dostosowaną do rzeczywistych potrzeb. • Należy poszukać narzędzi lepiej dopasowanych do rzeczywistych potrzeb na wymaganą funkcjonalność.
Konflikt z innymi systemami	• Narzędzie do automatyzacji testowania przestaje działać po zainstalowaniu innego oprogramowania (lub odwrotnie).	• Przed rozpoczęciem instalacji należy zapoznać się z opisem wydania lub wymaganiami technicznymi. • Należy uzyskać od dostawcy potwierdzenie, że narzędzie nie będzie wpływać na działanie innych narzędzi. • Należy zadać pytanie na forach dyskusyjnych dla użytkowników.
Wpływ na testowany system	• Testowany system reaguje inaczej podczas używania narzędzia do automatyzacji testowania lub po jego użyciu (np. wydłużeniu ulega czas odpowiedzi).	• Należy używać narzędzia, które nie wymaga wprowadzania zmian w testowanym systemie (instalowania bibliotek itd.).
Dostęp do kodu	• Narzędzie do automatyzacji testowania zmienia fragmenty kodu źródłowego.	• Należy używać narzędzia, które nie wymaga ingerencji w kod źródłowy (instalowania bibliotek itd.).
Ograniczone zasoby (głównie w środowiskach wbudowanych)	• W środowisku testowym dostępna jest ograniczona ilość wolnych zasobów lub brakuje już zasobów (np. pamięci).	• Należy zapoznać się z opisem wydania i skonsultować środowisko z dostawcą narzędzia, aby upewnić się, że nie wystąpią problemy. • Należy zadać pytanie na forach dyskusyjnych dla użytkowników.
Aktualizacje	• Aktualizacja nie powoduje przeniesienia części danych bądź powoduje uszkodzenie istniejących skryptów, danych lub konfiguracji związanych z testami automatycznymi. • Uaktualnienie wymaga innego	• Należy przetestować uaktualnienie w środowisku testowym i uzyskać od dostawcy potwierdzenie, że migracja przebiegnie prawidłowo. • Należy zapoznać się

	(lepszego) środowiska.	z wymaganiami wstępnymi i zdecydować, czy korzyści wynikające z aktualizacji są warte związanego z nią nakładu pracy. • Należy skorzystać z forów dyskusyjnych dla użytkowników.
Zabezpieczenia	• Narzędzie do automatyzacji testowania wymaga informacji niedostępnych dla inżyniera automatyzacji testowania.	• Należy przyznać inżynierowi automatyzacji testowania odpowiednie uprawnienia dostępu.
Niezgodność różnych środowisk i platform	• Automatyzacja testowania nie działa prawidłowo we wszystkich środowiskach lub na wszystkich platformach.	• Należy zaimplementować testy automatyczne w sposób jak najbardziej niezależny od konkretnych narzędzi, co pozwoli ograniczyć koszty związane z używaniem różnych narzędzi.

2.3 Projektowanie pod kątem testowalności i automatyzacji

Równolegle do projektowania i implementacji innych funkcji testowanego systemu należy również zadbać o jego testowalność (czyli dostępność interfejsów programowych wspomagających testowanie, na przykład umożliwiających sterowanie systemem i obserwowanie jego zachowania). Może to zrobić architekt oprogramowania (testowalność jest jednym z wielu wymagań niefunkcjonalnych stawianych systemowi), ale często zadanie to wykonuje lub pomaga wykonywać inżynier automatyzacji testowania (TAE).

Projektowanie pod kątem testowalności można podzielić na kilka obszarów:

- Obserwowalność. Testowany system musi udostępniać interfejsy umożliwiające wgląd w jego działanie. Na przykład, przypadki testowe mogą za ich pomocą sprawdzać, czy rzeczywiste zachowanie systemu jest zgodne z oczekiwanym
- Sterowalność. Testowany system musi udostępniać interfejsy, za pomocą których można w nim wykonywać określone działania. Mogą to być elementy interfejsu użytkownika, wywołania funkcji, elementy komunikacyjne (np. protokół TCP/IP lub USB), sygnały elektroniczne (w przypadku fizycznych przełączników) itd.
- Jednoznacznie zdefiniowana architektura. Trzecim istotnym elementem projektowania pod kątem testowalności jest architektura oferująca wyraźnie określone i zrozumiałe interfejsy, umożliwiające sterowanie i zapewniające widoczność na wszystkich poziomach testów

Inżynier automatyzacji testowania (TAE) bierze pod uwagę różne metody (w tym testowanie automatyczne) pozwalające przetestować testowany system skutecznie (co oznacza przetestowanie właściwych obszarów i wykrycie krytycznych usterek) oraz efektywnie (czyli bez nadmiernego nakładu pracy). Wszędzie tam, gdzie konieczne jest użycie określonych interfejsów programowych, interfejsy takie muszą zostać określone przez TAE i zaimplementowane przez programistę. Wymagania dotyczące testowalności oraz ewentualnych dodatkowych interfejsów programowych należy określić na wczesnym etapie projektu, aby można było zaplanować i zabudżetować prace programistyczne.

Poniżej podano kilka przykładów zastosowania interfejsów programowych do obsługi testowania:

- Wykorzystanie zaawansowanych funkcji tworzenia skryptów oferowane przez nowoczesne arkusze kalkulacyjne
- Zastosowanie zaślepek lub makiet (mock) do symulowania pracy oprogramowania i/lub sprzętu (np. elektronicznych transakcji finansowych, usług programowych, wyspecjalizowanych serwerów, układów elektronicznych czy elementów mechanicznych), które nie są jeszcze dostępne lub są zbyt kosztowne. Metoda to pozwala przetestować oprogramowanie pomimo braku określonego interfejsu
- Testowanie warunków wystąpienia błędów za pomocą interfejsów programowych (lub zaślepek i sterowników). Metodę tę można zastosować na przykład w przypadku urządzenia wyposażonego w wewnętrzny dysk twardy. Oprogramowanie sterujące dyskiem (tj. sterownik) musi zostać przetestowane pod kątem zachowania w przypadku awarii lub zużycia napędu. Oczekiwanie na faktyczną awarię dysku jest rozwiązaniem nieefektywnym i daje mało wiarygodne wyniki. W tej sytuacji można zaimplementować interfejsy programowe symulujące działanie uszkodzonego lub

wolniej pracującego dysku, które pozwalają sprawdzić, czy oprogramowanie sterownika funkcjonuje prawidłowo (tj. generuje komunikaty o błędach, ponawia próby wykonania operacji itd.)

- Wykorzystanie alternatywnych interfejsów programowych do testowania testowanego systemu przed udostępnieniem interfejsu użytkownika (zresztą, podejście takie jest często uznawane za bardziej korzystne). Metodę tę można zastosować na przykład do oprogramowania wbudowanego działającego w systemach technicznych, które musi monitorować temperaturę wewnątrz urządzenia i uruchamiać funkcję chłodzenia, gdy temperatura przekroczy określoną wartość. Użycie interfejsu programowego dostarczającego informacji o temperaturze pozwala przetestować funkcję bez korzystania ze sprzętu
- Ocena zachowania testowanego systemu w różnych stanach na podstawie testowania przejść pomiędzy stanami. Do sprawdzania czy stan testowanego systemu jest prawidłowy, można użyć specjalnie w tym celu zaprojektowanego interfejsu programowego (chociaż wiąże się to z pewnym ryzykiem — patrz informacje o poziomie wpływu w podrozdziale 2.1)

W ramach projektowania pod kątem automatyzacji należy wziąć pod uwagę następujące zalecenia:

- Kompatybilność z dotychczasowymi narzędziami testowymi powinna być określona na wczesnym etapie prac
- Kompatybilność narzędzi testowych ma kluczowe znaczenie, ponieważ może wpływać na możliwość zautomatyzowania testów dotyczących ważnej funkcjonalności (np. niekompatybilność z elementem sterującym siecią uniemożliwia przeprowadzenie wszystkich testów korzystających z tego elementu)
- Stworzenie rozwiązania może wymagać utworzenia kodu programu i odwołań do interfejsów API

Projektowanie pod kątem testowalności jest niezwykle ważnym elementem dobrego podejścia do automatyzacji testowania, jednak może również przynieść korzyści w obszarze testowania manualnego.

3. Ogólna architektura automatyzacji testowania — 270 min

Słowa kluczowe
architektura automatyzacji testowania, ogólna architektura automatyzacji testowania, rozwiązanie do automatyzacji testowania, rejestrowanie i odtwarzanie, struktura automatyzacji testów, testowanie oparte na modelu, testowanie oparte na słowach kluczowych, testowanie sterowane danymi, tworzenie skryptów liniowych, tworzenie skryptów sterowanych procesami, tworzenie skryptów ustrukturyzowanych, warstwa adaptacji testów, warstwa definicji testów, warstwa generowania testów, warstwa wykonywania testów,

Cele nauczania — ogólna architektura automatyzacji testowania

3.1 Wprowadzenie do ogólnej architektury automatyzacji testowania (gTAA)

ALTA-E-3.1.1 (K2) Kandydat potrafi objaśnić strukturę ogólnej architektury automatyzacji testowania (gTAA).

3.2 Projektowanie architektury automatyzacji testowania (TAA)

ALTA-E-3.2.1 (K4) Kandydat potrafi zaprojektować odpowiednią architekturę automatyzacji testowania (TAA) na potrzeby danego projektu.

ALTA-E-3.2.2 (K2) Kandydat potrafi wyjaśnić, jaką rolę odgrywają poszczególne warstwy architektury automatyzacji testowania (TAA).

ALTA-E-3.2.3 (K2) Kandydat zna uwarunkowania związane z projektowaniem architektury automatyzacji testowania (TAA).

ALTA-E-3.2.4 (K4) Kandydat potrafi przeanalizować wymagania związane z implementacją, używaniem i utrzymaniem danego rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS).

3.3 Tworzenie rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)

ALTA-E-3.3.1 (K3) Kandydat potrafi wykorzystać komponenty ogólnej architektury automatyzacji testowania (gTAA) do skonstruowania architektury przeznaczonej do określonych zastosowań.

ALTA-E-3.3.2 (K2) Kandydat potrafi wyjaśnić, jakie czynniki należy wziąć pod uwagę przy identyfikowaniu możliwości ponownego wykorzystania komponentów.

3.1 Wprowadzenie do ogólnej architektury automatyzacji testowania (gTAA)

Rolą inżyniera automatyzacji testowania (TAE) jest projektowanie, tworzenie, implementowanie i pielęgnacja rozwiązań do automatyzacji testowania (TAS). Podczas pracy nad każdym takim rozwiązaniem konieczne jest wykonanie podobnych czynności, uzyskanie odpowiedzi na podobne pytania oraz uwzględnienie i uszeregowanie według priorytetów podobnych problemów. Powtarzające się pojęcia, kroki i podejścia do automatyzacji testowania są podstawą do opracowania ogólnej architektury automatyzacji testowania (gTAA).

Celem gTAA jest określenie warstw, komponentów i interfejsów, które są następnie doprecyzowane celem stworzenia konkretnej architektury automatyzacji testowania (TAA) na potrzeby danego rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS). Architektura taka pozwala zbudować wymagane rozwiązanie w sposób ustrukturyzowany i modułowy poprzez:

- Określenie nazewnictwa, warstw, usług i interfejsów TAS umożliwiających jego realizację w oparciu o komponenty wytworzone we własnym zakresie i przez podmioty zewnętrzne
- Zapewnienie uproszczonych komponentów umożliwiających skuteczne i efektywne tworzenie mechanizmów automatyzacji testowania
- Ponowne wykorzystanie komponentów związanych z automatyzacją testowania do tworzenia innych lub rozwijania istniejących TAS na potrzeby różnych linii produktów i rodzin oprogramowania oraz technologii i narzędzi programistycznych
- Ułatwienie utrzymania i rozwoju TAS
- Określenie funkcji niezbędnych użytkownikom TAS

W skład rozwiązania do automatyzacji testowania wchodzą zarówno środowisko testowe (wraz z artefaktami), jak i zestawy testów (tj. zbiory przypadków testowych wraz z danymi testowymi). Do realizacji rozwiązania można wykorzystać strukturę automatyzacji testów (TAF), która ułatwia stworzenie środowiska testowego oraz zapewnia niezbędne narzędzia, jarzma testowe i biblioteki pomocnicze.

Zaleca się, aby TAA będąca podstawą rozwiązania do automatyzacji testowania była zgodna z poniższymi zasadami, których przestrzeganie ułatwia tworzenie, rozwijanie i utrzymanie tego typu rozwiązań:

- Jednozadaniowość. Każdy komponent TAS musi realizować jeden cel i zawierać wszystkie niezbędne do tego funkcje. Inaczej mówiąc, każdy komponent rozwiązania powinien odpowiadać za wykonywanie dokładnie jednej czynności, na przykład za generowanie słów kluczowych lub danych, tworzenie scenariuszy testowych, wykonywanie przypadków testowych, rejestrowanie rezultatów bądź generowanie raportów z wykonania testów
- Rozszerzalność (patrz np. zasada “otwarte-zamknięte” wg B. Meyera). Każdy komponent TAS musi być otwarty na rozszerzenia, ale zamknięty na modyfikacje. Zgodnie z tą zasadą, powinna istnieć możliwość rozszerzania lub wzbogacania funkcji komponentów, ale tylko pod warunkiem, że nie wpływa to negatywnie na kompatybilność wsteczną
- Zastępowalność (patrz np. zasada substytucji wg B. Liskov). Musi istnieć możliwość wymiany każdego komponentu TAS na inny, bez wpływu na ogólne zachowanie całego środowiska. Oznacza to, że po zastąpieniu danego komponentu jednym lub kilkoma innymi komponentami zachowanie rozwiązania musi pozostać bez zmian
- Segregacja komponentów (patrz np. zasada segregacji interfejsów wg R. C. Martina). Zastosowanie kilku komponentów specjalizowanych jest lepsze niż zastosowanie jednego komponentu wielofunkcyjnego, a wyeliminowanie zbędnych współzależności ułatwia wymianę i utrzymanie komponentów
- Odwrócenie zależności. Działanie komponentów TAS musi opierać się na abstrakcji, a nie na szczegółach niskiego poziomu. Inaczej mówiąc, funkcjonowanie całych komponentów nie powinno być uzależnione od konkretnych scenariuszy testów automatycznych

Rozwiązanie do automatyzacji testowania oparte na ogólnej architekturze (gTAA) jest zwykle implementowane przy użyciu zbioru narzędzi (wraz z wtyczkami) i/lub komponentów. Warto przy tym zauważyć, że gTAA jest neutralna technologicznie, czyli nie określa z góry żadnych konkretnych metod, technologii ani narzędzi służących do realizacji TAS. Architekturę tę można zaimplementować przy użyciu dowolnego podejścia do inżynierii oprogramowania (np. metodą strukturalną, obiektową, zorientowaną na usługi lub opartą na modelach) oraz z wykorzystaniem dowolnych technologii i narzędzi programistycznych. W praktyce, rozwiązania do automatyzacji testowania często wdraża się z wykorzystaniem gotowych narzędzi, chociaż zwykle konieczne jest także dodanie określonych funkcji i/lub dostosowanie narzędzi do potrzeb testowanego systemu.

Wśród wytycznych i modeli wzorcowych związanych z tworzeniem rozwiązań do automatyzacji testowania należy również wymienić standardy w dziedzinie inżynierii oprogramowania dotyczące wybranego cyklu wytwarzania oprogramowania, technologie programowania, standardy formatowania itd. Nauczanie ogólnych

zasad inżynierii oprogramowania nie jest przedmiotem niniejszego sylabusa, ale należy zaznaczyć, że inżynier automatyzacji testowania (TAE) powinien wykazywać się umiejętnościami, doświadczeniem i specjalistyczną wiedzą w tej dziedzinie.

Ponadto TAE musi znać standardy branżowe i najlepsze praktyki dotyczące tworzenia kodu i dokumentacji oraz korzystać z nich podczas tworzenia TAS, co pozwoli zwiększyć pielęgnowalność, niezawodność i bezpieczeństwo tego rozwiązania. Powyższe standardy dotyczą zwykle konkretnych dziedzin. Można wśród nich wymienić:

- Standard MISRA dotyczący języków C i C++
- Standard JSF dotyczący tworzenia kodu w języku C++
- Reguły AUTOSAR dotyczące środowiska MathWorks Matlab/Simulink®

3.1.1 Omówienie gTAA

Ogólna architektura automatyzacji testowania (gTAA) dzieli się na kilka poziomych warstw, które odpowiadają za:

- Generowanie testów
- Definiowanie testów
- Wykonywanie testów
- Adaptację testów

W skład gTAA (patrz rys. 1 — Ogólna architektura automatyzacji testowania) wchodzą następujące elementy:

- Warstwa generowania testów, która umożliwia manualne lub automatyczne projektowanie przypadków testowych. Warstwa ta udostępnia mechanizmy służące do projektowania przypadków testowych
- Warstwa definiowania testów, która umożliwia definiowanie i implementowanie zestawów testów i/lub przypadków testowych. Warstwa ta pozwala oddzielić proces definiowania testów od technologii i narzędzi testowanego systemu i/lub systemu testowego. Ponadto zawiera mechanizmy umożliwiające definiowanie testów wysokiego i niskiego poziomu, które są realizowane w ramach danych testowych, procedur testowych i komponentów bibliotek testowych (lub ich kombinacji)
- Warstwa wykonywania testów, która wspomaga wykonywanie przypadków testowych i rejestrowanie danych dotyczących testów. Warstwa ta udostępnia narzędzie do automatycznego wykonywania wybranych testów oraz komponent rejestrująco-raportujący
- Warstwa adaptacji testów, w ramach której dostępny jest kod niezbędny do dostosowywania testów automatycznych do potrzeb poszczególnych komponentów lub interfejsów testowanego systemu. Warstwa ta oferuje różne adaptery umożliwiające łączenie się z testowanym systemem za pośrednictwem interfejsów API, protokołów, usług itd.
- Interfejsy do zarządzania projektami, konfiguracją i testami w związku z automatyzacją testowania. Przykładem może być interfejs między warstwą zarządzania testami a warstwą adaptacji testów, który odpowiada za wybór i konfigurowanie odpowiednich adapterów w zależności od wybranej konfiguracji testowej

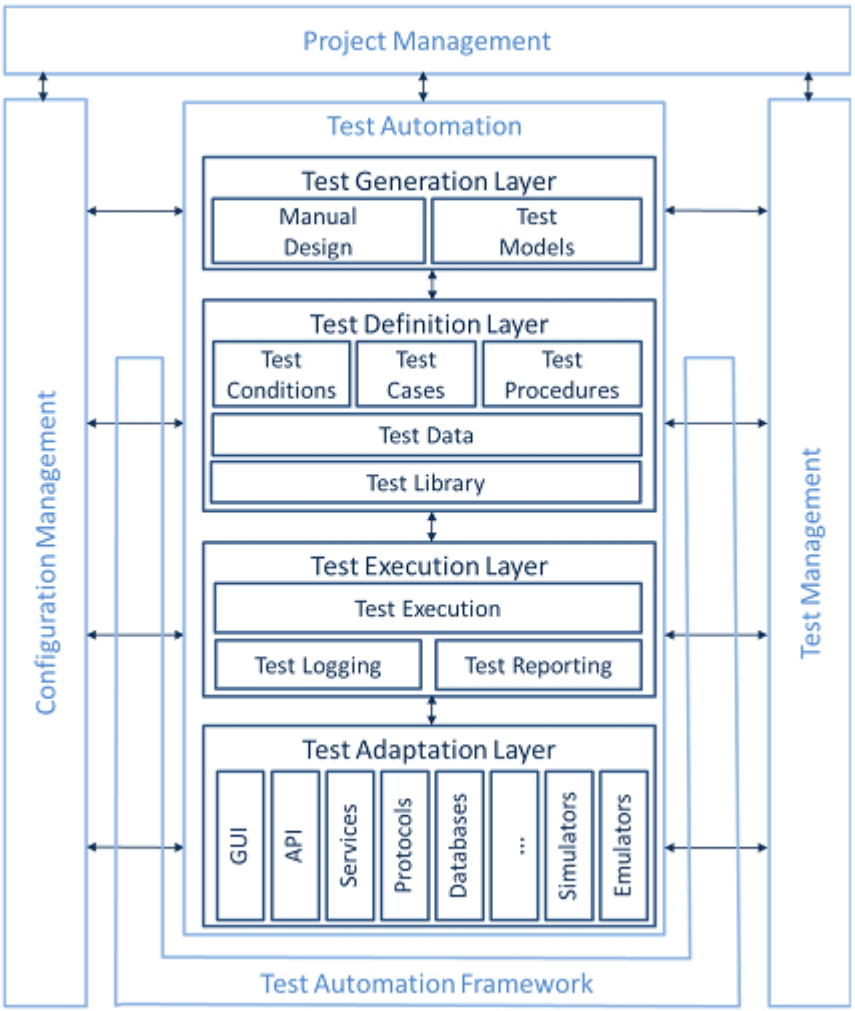
Interfejsy między warstwami gTAA a ich komponentami są zwykle specyficzne dla danego projektu, w związku z czym nie będą szerzej omawiane w tym dokumencie.

Należy podkreślić, że powyższe warstwy mogą, ale nie muszą, występować w konkretnym TAS. Na przykład:

- Automatyzacja wykonywania testów wymaga zastosowania warstwy wykonywania testów i warstwy adaptacji testów. Warstwy te nie muszą być rozdzielone, co oznacza, że można je zrealizować łącznie, na przykład w ramach struktur do testów jednostkowych
- Automatyzacja procesu definiowania testów wymaga zastosowania warstwy definiowania testów
- Automatyzacja procesu generowania testów wymaga zastosowania warstwy generowania testów

Implementacja TAS przebiega najczęściej od dołu do góry, ale przydatne bywają również inne podejścia, takie jak automatyczne generowanie testów wykonywanych manualnie. Generalnie, zaleca się implementowanie TAS metodą przyrostową (np. w formie sprintów), ponieważ pozwala to najszybciej skorzystać z tego rozwiązania i potwierdzić generowaną przez nie wartość dodaną. Ponadto, wskazane jest, by w projekcie automatyzacji testowania uwzględnić fazę weryfikacji koncepcji.

Każdy projekt automatyzacji testowania należy potraktować jako projekt wytwarzania oprogramowania, a co za tym idzie — odpowiednio go przygotować oraz zarządzać nim z wykorzystaniem wydzielonych zasobów. Można przy tym oddzielić zarządzanie tworzeniem TAF (której zadaniem jest automatyzacja testowania na poziomie całego przedsiębiorstwa, rodzin produktów lub linii produktów) od zarządzania tworzeniem TAS (którego zadaniem jest automatyzacja testowania na poziomie konkretnego produktu).



EN	PL
Project Management	Zarządzanie projektem
Configuration Management	Zarządzanie konfiguracją
Test Automation Framework	Struktura automatyzacji testów
Test Management	Zarządzanie testami
Test Automation	Automatyzacja testowania
Test Generation Layer	Warstwa generowania testów
Manual Design	Projektowanie ręczne
Test Models	Modele testowe
Test Definition Layer	Warstwa definiowania testów
Test Conditions	Warunki testowe
Test Cases	Przypadki testowe
Test Procedures	Procedury testowe
Test Data	Dane testowe
Test Library	Biblioteka testowa
Test Execution Layer	Warstwa wykonywania testów
Test Execution	Wykonywanie testów
Test Logging	Logowanie testów
Test Reporting	Raportowanie testów
Test Adaptation Layer	Warstwa adaptacji testów
GUI	Interfejs graficzny
API	Interfejs API
Services	Usługi
Protocols	Protokoły
Databases	Bazy danych
...	...
Simulators	Symulatory
Emulators	Emulatory

Rysunek 1. Ogólna architektura automatyzacji testowania

3.1.2 Warstwa generowania testów

Warstwa generowania testów składa się z narzędzi umożliwiających:
- Manualne projektowanie przypadków testowych
- Opracowywanie, rejestrowanie i wyprowadzanie danych testowych
- Automatyczne generowanie przypadków testowych na podstawie modeli definiujących testowany system i/lub jego środowisko (tj. automatyczne testowanie oparte na modelu)

Komponenty wchodzące w skład tej warstwy służą do:
- Edytowania struktur zestawów testów i poruszania się po nich
- Tworzenia powiązań między przypadkami testowymi, a celami testów lub wymaganiami zdefiniowanymi dla testowanego systemu
- Dokumentowania projektu testów

W przypadku automatycznego generowania testów można również uwzględnić możliwość:
- Modelowania testowanego systemu, jego środowiska i/lub systemu testowego
- Definiowania dyrektyw testowych oraz konfigurowania/parametryzowania algorytmów generowania testów
- Śledzenia powiązań między wygenerowanymi testami a modelem (lub jego elementami)

3.1.3 Warstwa definiowania testów

Warstwa definiowania testów składa się z narzędzi umożliwiających:
- Tworzenie specyfikacji przypadków testowych (na wysokim i/lub niskim poziomie)
- Definiowanie danych testowych na potrzeby przypadków testowych niskiego poziomu
- Tworzenie specyfikacji procedur testowych na potrzeby przypadku testowego lub zbioru przypadków testowych
- Definiowanie skryptów testowych służących do wykonywania przypadków testowych
- Zapewnienie dostępu do niezbędnych bibliotek testowych (np. w przypadku podejść opartych na słowach kluczowych)

Komponenty wchodzące w skład tej warstwy służą do:
- Partycjonowania/ograniczania, parametryzowania lub tworzenia instancji danych testowych
- Tworzenia specyfikacji sekwencji testowych lub kompletnych zachowań testowych (łącznie z instrukcjami i wyrażeniami sterującymi) oraz ich parametryzowania i/lub grupowania
- Dokumentowania danych testowych, przypadków testowych i/lub procedur testowych

3.1.4 Warstwa wykonywania testów

Warstwa wykonywania testów składa się z narzędzi umożliwiających:
- Automatyczne wykonywanie przypadków testowych
- Rejestrowanie wykonywania przypadków testowych
- Raportowanie na temat rezultatów testów

Warstwa wykonywania testów może składać się z komponentów umożliwiających:
- Konfiguracja testowanego systemu w celu wykonania testów
- Konfiguracja zestawów testów (tj. zbiorów przypadków testowych wraz z danymi testowymi)
- Konfigurowanie i parametryzowanie konfiguracji testowej
- Interpretowanie danych testowych i przypadków testowych oraz przekształcanie ich w wykonywalne skrypty
- Zaadaptowanie systemu testowego i/lub testowanego systemu w celu rejestrowania danych związanych z wykonywaniem testów (z funkcją filtrowania) oraz/lub wstrzykiwania błędów
- Analizowanie odpowiedzi testowanego systemu podczas wykonywania testów w celu pokierowania kolejnymi przebiegami testów
- Dokonywanie walidacji odpowiedzi testowanego systemu (tj. porównywanie rzeczywistych rezultatów z oczekiwanymi) w przypadku wykonywania automatycznych przypadków testowych
- Sterowanie wykonywaniem testów automatycznych w funkcji czasu

3.1.5 Warstwa adaptacji testów

Warstwa adaptacji testów składa się z narzędzi umożliwiających:
- Sterowanie jarzmem testowym
- Interakcję z testowanym systemem
- Monitorowanie testowanego systemu
- Symulację lub emulację środowiska testowanego systemu

Warstwa adaptacji testów oferuje funkcje umożliwiające:

- Mediację między neutralnymi technologicznie definicjami testów a konkretnymi wymaganiami technicznymi testowanego systemu i urządzeń testowych
- Stosowanie specjalnych adapterów umożliwiających interakcję między określonymi technologiami a testowanym systemem
- Wykonywanie testów z wykorzystaniem wielu urządzeń/interfejsów testowych bądź lokalnie

3.1.6 Zarządzanie konfiguracją TAS

W ramach prac nad rozwiązaniem do automatyzacji testowania powstają zwykle różne iteracje/wersje, które muszą być zgodne z odpowiednimi iteracjami/wersjami testowanego systemu. Zarządzanie konfiguracją TAS musi uwzględniać między innymi:

- Modele testowe
- Definicje/specyfikacje testów obejmujące dane testowe, przypadki testowe i biblioteki
- Skrypty testowe
- Mechanizmy wykonywania testów oraz narzędzia i komponenty uzupełniające
- Adaptery testowe do testowanego systemu
- Symulatory i emulatory do środowiska testowanego systemu
- Rezultaty testów i raporty z testów

Powyższe elementy, stanowiące tzw. testalia, muszą być dostępne we właściwej wersji, zgodnej z wersją testowanego systemu. Ponadto, w pewnych sytuacjach może być konieczne przywrócenie poprzednich wersji TAS, na przykład, jeśli konieczne jest odtworzenie problemów z określonymi polami występujących w starszych wersjach testowanego systemu. Możliwość taką zapewnia odpowiedni mechanizm zarządzania konfiguracją.

3.1.7 Zarządzanie projektem w zakresie TAS

Każdy projekt automatyzacji testowania jest projektem programistycznym, w związku z czym należy nim zarządzać tak samo, jak każdym innym przedsięwzięciem tego typu. W trakcie prac nad TAS inżynier automatyzacji testowania (TAE) musi wykonywać zadania przypisane do poszczególnych faz przyjętego cyklu wytwarzania oprogramowania. Ponadto musi zdawać sobie sprawę, że środowisko programistyczne, w którym powstaje takie rozwiązanie, musi być zaprojektowane w sposób umożliwiający łatwe pozyskiwanie informacji o statusie (metryk) lub automatyczne raportowanie ich osobom kierującym projektem związanym z TAS.

3.1.8 Obsługa zarządzania testami na poziomie TAS

Rozwiązanie do automatyzacji testowania musi umożliwiać zarządzanie testami wykonywanymi w testowanym systemie. W związku z tym musi istnieć możliwość łatwego wyodrębniania raportów z testów (zawierających dzienniki testów i rezultaty testów) bądź automatycznego udostępniania ich osobom lub systemom, które zarządzają testowaniem testowanego systemu.

3.2 Projektowanie architektury automatyzacji testowania (TAA)

3.2.1 Wprowadzenie do projektowania TAA

Aby zaprojektować architekturę automatyzacji testowania (TAA), należy wykonać kilka istotnych czynności, które można uszeregować stosownie do potrzeb projektu automatyzacji lub potrzeb całej organizacji. Czynności te omówiono w kolejnych punktach. Faktyczna liczba wykonywanych czynności zależy od złożoności danej architektury.

Zarejestrowanie wymagań niezbędnych do zdefiniowania odpowiedniej TAA
Aby określić wymagania dotyczące podejścia do automatyzacji testowania, należy uzyskać odpowiedź na następujące pytania:

- Którą czynność lub fazę procesu testowego należy zautomatyzować (np. zarządzanie testami, projektowanie testów, generowanie testów czy wykonywanie testów)? Warto przy tym zaznaczyć, że automatyzacja testowania wiąże się również z udoskonaleniem zasadniczego procesu testowego poprzez umieszczenie etapu generowania testów między etapami projektowania i implementacji.
- Jaki poziom testów ma być obsługiwany (poziom modułów, poziom integracji, poziom systemu)?
- Jakiego rodzaju testy mają być wspierane (testowanie funkcjonalne, testowanie uległości, testowanie współdziałania)?

- Która rola związana z testami ma być obsługiwana (np. wykonujący testy, analityk testowy, architekt testów, kierownik testów)?
- Jaki produkt, linia produktów lub rodzina produktów mają być obsługiwane (informacja ta jest potrzebna np. do określenia zasięgu i okresu eksploatacji zaimplementowanego TAS)?
- Jakie technologie wykorzystywane w testowanym systemie mają być obsługiwane (informacja ta jest potrzebna np. do określenia wymagań stawianych TAS w zakresie kompatybilności z technologiami używanymi w testowanym systemie)?

Porównanie i zestawienie różnych podejść do projektowania i tworzenia architektury

Przystępując do projektowania wybranych warstw architektury automatyzacji testowania, inżynier automatyzacji testowania (TAE) musi przeanalizować zalety i wady poszczególnych podejść, a w szczególności elementy wskazane poniżej.

Rozważania dotyczące warstwy generowania testów:

- Wybór trybu generowania testów — generowanie manualne lub automatyczne
- Wybór sposobu generowania testów — na przykład na podstawie wymagań, na podstawie danych, na podstawie scenariuszy lub na podstawie zachowań
- Wybór strategii generowania testów — pokrycie modelu (np. drzewa klasyfikacji) w przypadku podejść opartych na danych, pokrycie przypadków użycia/wyjątków w przypadku podejść opartych na scenariuszach, pokrycie przejść/stanów/ścieżek w przypadku podejść opartych na zachowaniach itd.
- Wybór strategii doboru testów — generowanie pełnych testów kombinatoryjnych jest w praktyce niemożliwe, ponieważ mogłoby doprowadzić do „eksplozji" liczby przypadków testowych, dlatego przy generowaniu i późniejszym doborze testów należy kierować się praktycznymi kryteriami pokrycia, wagami, wynikami oceny ryzyka itd.

Uwarunkowania dotyczące warstwy definiowania testów:

- Wybór definicji testów opartej na danych, słowach kluczowych, wzorcach lub modelach
- Wybór notacji używanej do definiowania testów — mogą to być tabele, notacja stanowa, notacja stochastyczna, notacja oparta na przepływie danych, notacja procesów biznesowych, notacja oparta na scenariuszach itd. (z wykorzystaniem arkuszy kalkulacyjnych), języki testowe właściwe dla danej dziedziny, notacja TTCN-3, profil UTP (UML Testing Profile) itd.
- Wybór przewodników stylistycznych i wytycznych umożliwiających definiowanie wysokiej jakości testów
- Wybór repozytoriów przypadków testowych (arkusze kalkulacyjne, bazy danych, pliki itd.)

Uwarunkowania dotyczące warstwy wykonywania testów:

- Wybór narzędzia do wykonywania testów
- Wybór podejścia interpretacyjnego (z wykorzystaniem maszyny wirtualnej) lub kompilacyjnego do implementacji procedur testowych (decyzja w tym zakresie zależy zwykle od wybranego narzędzia do wykonywania testów)
- Wybór technologii implementacji procedur testowych — może to być technologia programowania imperatywnego (np. C), funkcyjnego (np. Haskell lub Erlang), obiektowego (np. C++, C# lub Java) bądź skryptowego (np. Python lub Ruby) albo technologia związana z danym narzędziem (decyzja w tym zakresie zależy zwykle od wybranego narzędzia do wykonywania testów)
- Wybór bibliotek pomocniczych ułatwiających wykonywanie testów — na przykład bibliotek urządzeń testowych, bibliotek kodowania/dekodowania itd.

Uwarunkowania dotyczące warstwy adaptacji testów:

- Wybór interfejsów testowych do testowanego systemu
- Wybór narzędzi do symulacji i obserwacji interfejsów testowych
- Wybór narzędzi do monitorowania testowanego systemu podczas wykonywania testów
- Wybór narzędzi do śledzenia procesu wykonywania testów (np. z uwzględnieniem parametrów czasowych wykonywania testów)

Zidentyfikowanie obszarów pozwalających wykorzystać zalety abstrakcji

Abstrakcja zapewnia niezależność technologiczną TAA, a tym samym umożliwia stosowanie tego samego zestawu testów w różnych środowiskach testowych i w połączeniu z różnymi technologiami docelowymi. W ten sposób zwiększa przenaszalność artefaktów testowych oraz pozwala uniknąć uzależnienia TAS od produktów konkretnych dostawców. Wśród zalet abstrakcji należy również wymienić zwiększenie pielęgnowalności oraz zdolności adaptacyjnej do nowych lub rozwijających się technologii stosowanych w testowanym systemie. Ponadto, abstrakcja pomaga zwiększyć przystępność TAA (i tworzonych na jej podstawie TAS) dla osób nieposiadających wiedzy technicznej, ponieważ umożliwia dokumentowanie

zestawów testów (również w formie graficznej) i objaśnianie ich na wyższym poziomie, przez co stają się one bardziej czytelne i zrozumiałe.

Inżynier automatyzacji testowania (TAE) musi omówić poziom abstrakcji, który ma zostać przyjęty w poszczególnych obszarach TAS, z interesariuszami w obszarze wytwarzania oprogramowania, zapewnienia jakości i testowania. Rozmowy te pozwolą na przykład ustalić, które interfejsy w warstwie adaptacji testów i/lub warstwie wykonywania testów należy udostępnić na zewnątrz, formalnie zdefiniować i utrzymywać w stabilnej formie przez cały okres eksploatacji TAA, a także czy ma być używana abstrakcyjna definicja testów, czy też TAA ma korzystać wyłącznie z warstwy wykonywania testów ze skryptami testowymi. Ponadto należy uzgodnić, czy proces generowania testów ma zostać uogólniony poprzez zastosowanie modeli testowych i technik testowania opartego na modelu. TAE musi mieć świadomość, że wybór zaawansowanej lub prostej implementacji TAA pociąga za sobą określone kompromisy w zakresie ogólnej funkcjonalności, pielęgnowalności i rozszerzalności, które trzeba mieć na uwadze decydując o poziomie abstrakcji stosowanym w ramach tej architektury.

Im wyższy jest poziom abstrakcji przyjęty w ramach TAA, tym bardziej elastycznie można rozwijać tę architekturę bądź wdrażać w niej nowe podejścia lub technologie. Odbywa się to kosztem większych inwestycji początkowych (związanych np. z większą złożonością architektury i narzędzi do automatyzacji testowania, wyższym poziomem wymaganych kwalifikacji czy dłuższym procesem uczenia się), przez co odsuwa się w czasie moment osiągnięcia progu rentowności, jednak na dłuższą metę rozwiązanie takie może okazać się opłacalne. Innym skutkiem ubocznym może być spadek wydajności TAS.

Za decyzje związane ze zwrotem z inwestycji odpowiada kierownik ds. automatyzacji testowania (TAM), natomiast rolą inżyniera automatyzacji testowania jest dostarczenie danych wejściowych do procesu analizy opłacalności w postaci analiz technicznych i porównań poszczególnych architektur i metod automatyzacji testowania (uwzględniających między innymi parametry czasowe, koszty, nakłady pracy oraz korzyści).

Zapoznanie się z technologiami stosowanymi w testowanym systemie oraz powiązaniami między tymi technologiami a TAS

Dostęp do interfejsów testowych testowanego systemu ma zasadnicze znaczenie dla automatycznego wykonywania wszelkich testów. Wyróżnia się następujące rodzaje dostępu:

- Dostęp na poziomie oprogramowania — na przykład połączenie testowanego systemu z oprogramowaniem testującym
- Dostęp na poziomie interfejsów API — na przykład wywoływanie przez TAS funkcji, operacji lub metod udostępnianych przez (zdalny) interfejs programowania aplikacji
- Dostęp na poziomie protokołów — na przykład interakcja między TAS a testowanym systemem za pośrednictwem protokołów HTTP, TCP itd.
- Dostęp na poziomie usług — na przykład interakcja między TAS a usługami testowanego systemu za pośrednictwem usług internetowych, usług RESTful itd.

Inżynier automatyzacji testowania (TAE) musi również wybrać odpowiedni typ interakcji TAA, który określa sposób interakcji między TAS a testowanym systemem w sytuacji, gdy są one rozdzielone interfejsami API, protokołami lub usługami. Można wyróżnić między innymi następujące typy interakcji:

- Oparty na zdarzeniach — w tym przypadku interakcja odbywa się poprzez wymianę zdarzeń przy użyciu magistrali zdarzeń
- Klient–serwer — w tym przypadku interakcja odbywa się poprzez wywoływanie usług od obiektów żądających do dostawcy usług
- Elementów równorzędnych — w tym przypadku interakcja odbywa się poprzez wywoływanie usług ze strony każdego z elementów równorzędnych

Wybór typu interakcji zależy często od architektury testowanego systemu, a jednocześnie może mieć wpływ na architekturę. W związku z tym, należy starannie przeanalizować i zaprojektować wzajemne połączenie między testowanym systemem a TAA, aby umożliwić w przyszłości sprawną interakcję między tymi środowiskami.

Zapoznanie się ze środowiskiem testowanego systemu

Testowanym systemem może być zarówno oprogramowanie autonomiczne, jak i oprogramowanie działające wyłącznie w powiązaniu z innym oprogramowaniem (np. systemy systemów), sprzętem (np. systemy wbudowane) bądź komponentami środowiskowymi (np. systemy cyberfizyczne). W związku z tym, TAS jako element konfiguracji do testów automatycznych, symuluje lub emuluje środowisko testowanego systemu.

Poniżej przedstawiono przykłady środowisk testowych i ich zastosowań:

- Komputer z testowanym systemem i TAS — przydatny w przypadku testowania aplikacji
- Oddzielne komputery z testowanym systemem i TAS połączone w sieci — przydatne w przypadku testowania oprogramowania serwerowego
- Dodatkowe urządzenia testowe do symulacji i obserwacji interfejsów technicznych testowanego systemu — przydatne na przykład w przypadku testowania oprogramowania dekodera telewizji cyfrowej
- Połączone w sieci urządzenia testowe emulujące środowisko operacyjne testowanego systemu — przydatne w przypadku testowania oprogramowania rutera sieciowego
- Symulatory odwzorowujące działanie środowiska fizycznego testowanego systemu — przydatne w przypadku testowania oprogramowania wbudowanej jednostki sterującej

Określenie czasochłonności i złożoności danej implementacji architektury testaliów
Za oszacowanie nakładów pracy związanych z realizacją TAS odpowiada kierownik ds. automatyzacji testowania (TAM), natomiast inżynier automatyzacji testowania (TAE) udziela mu pomocy w postaci rzetelnych wyliczeń dotyczących czasochłonności i złożoności projektu TAA. Poniżej przedstawiono przykładowe metody szacowania i ich zastosowania:

- Szacowanie przez analogię — na przykład punkty funkcyjne, szacowanie trzypunktowe, technika delficka czy szacowanie eksperckie
- Szacowanie z wykorzystaniem struktur podziału pracy — używanych na przykład w oprogramowaniu do zarządzania lub szablonach projektów
- Szacowanie parametryczne — na przykład przy użyciu modelu COCOMO (Constructive Cost Model);
- Szacowanie na podstawie wielkości — na przykład analiza punktów funkcyjnych, analiza punktów historyjek czy analiza przypadków użycia
- Szacowanie grupowe — na przykład poker planistyczny

Określenie łatwości używania danej implementacji architektury testaliów
Inżynier automatyzacji testowania (TAE) odpowiada zarówno za funkcjonalność TAS, jego kompatybilność z testowanym systemem, długofalową stabilność i możliwość rozwoju, wymagane nakłady pracy i uwarunkowania dotyczące zwrotu z inwestycji, jak i za rozwiązywanie konkretnych problemów związanych z użytecznością tego rozwiązania. W tym kontekście istotne są w szczególności następujące zagadnienia:

- Projektowanie ukierunkowane na testerów;
- Łatwość używania TAS
- Wsparcie przez TAS innych ról związanych z wytwarzaniem oprogramowania, zapewnieniem jakości i zarządzaniem projektem
- Sprawna organizacja TAS i nawigacja w ramach TAS oraz sprawne wyszukiwanie informacji wewnątrz i przy użyciu TAS
- Dostępność przydatnych dokumentów, podręczników i tekstów pomocy dotyczących TAS;
- Praktyczne raportowanie przez TAS i na jego temat
- Projektowanie iteracyjne z uwzględnieniem informacji zwrotnych z TAS i spostrzeżeń praktycznych dotyczących TAS

3.2.2 Podejścia do automatyzacji przypadków testowych

Przypadki testowe muszą być przekształcane w sekwencje akcji, które będą następnie wykonywane w odniesieniu do testowanego systemu. Każdą taką sekwencję akcji można udokumentować w procedurze testowej i/lub zaimplementować w skrypcie testowym. Oprócz akcji w automatycznych przypadkach testowych należy również zdefiniować dane testowe, które posłużą do interakcji z testowanym systemem, a także uwzględnić kroki weryfikacji, które pozwolą potwierdzić osiągnięcie przez ten system oczekiwanego rezultatu. Sekwencję akcji można utworzyć na kilka sposobów, które opisano poniżej:

1. Inżynier automatyzacji testowania (TAE) implementuje przypadki testowe bezpośrednio w skryptach testów automatycznych. Opcja ta jest najmniej zalecana, ponieważ nie uwzględnia abstrakcji i zwiększa nakłady pracy związane z utrzymaniem
2. TAE projektuje procedury testowe i przekształca je w skrypty testów automatycznych. Opcja ta uwzględnia abstrakcję, ale nie pozwala zautomatyzować procesu generowania skryptów testowych
3. TAE przekształca procedury testowe w skrypty testów automatycznych przy użyciu odpowiedniego narzędzia. Opcja ta łączy abstrakcję z automatycznym generowaniem skryptów
4. TAE korzysta z narzędzia, które generuje procedury testów automatycznych i/lub bezpośrednio przekształca modele w skrypty testowe. Opcja ta zapewnia najwyższy poziom automatyzacji

Należy pamiętać, że wybór odpowiedniej opcji zależy w dużej mierze od kontekstu projektu. Ponadto w pewnych sytuacjach bardziej efektywne może być rozpoczęcie automatyzacji testowania od zastosowania jednej z mniej zaawansowanych opcji, ponieważ opcje te są zwykle łatwiejsze do zaimplementowania. Na

krótką metę może to przynieść dodatkowe korzyści, chociaż stworzone w ten sposób rozwiązanie będzie trudniejsze w pielęgnacji.

Wśród powszechnie przyjętych metod automatyzacji przypadków testowych można wymienić:

- Podejście oparte na rejestrowaniu i odtwarzaniu, które można zastosować w przypadku opcji nr 1
- Podejście oparte na skryptach ustrukturyzowanych, podejście oparte na danych i podejście oparte na słowach kluczowych, które można zastosować w przypadku opcji nr 2 lub 3
- Testowanie oparte na modelu (w tym podejście oparte na procesach), które można zastosować w przypadku opcji nr 4

Poniżej opisano podstawowe koncepcje oraz główne zalety i wady poszczególnych podejść.

Podejście oparte na rejestrowaniu i odtwarzaniu

Podstawowa koncepcja

Cechą charakterystyczną podejścia opartego na rejestrowaniu i odtwarzaniu jest wykorzystanie narzędzi, które rejestrują interakcje z testowanym systemem podczas wykonywania sekwencji akcji zdefiniowanej w procedurze testowej. Rejestrowane są dane wejściowe, a na potrzeby późniejszego sprawdzania można również zapisywać dane wyjściowe. Podczas odtwarzania zdarzeń dostępne są różne opcje manualnego i automatycznego sprawdzania danych wyjściowych:

- Kontrola manualna — tester musi obserwować dane wyjściowe testowanego systemu pod kątem nieprawidłowości
- Pełna kontrola — wszystkie zarejestrowane dane wyjściowe systemu muszą zostać odtworzone przez testowany system
- Ścisła kontrola — wszystkie zarejestrowane dane wyjściowe muszą zostać odtworzone przez testowany system ze szczegółowością odpowiadającą szczegółowości zapisu
- Punkty kontrolne — w określonych momentach sprawdza się tylko wybrane dane wyjściowe systemu pod kątem określonych wartości

Zalety

Podejście oparte na rejestrowaniu i odtwarzaniu można stosować w odniesieniu do testowania na poziomie interfejsu graficznego (GUI) i/lub interfejsów API. Na początkowym etapie prac zaletą jest również łatwość konfigurowania i użytkowania.

Wady

Skrypty służące do rejestrowania i odtwarzania są trudne w pielęgnacji i rozwoju, ponieważ zarejestrowane dane dotyczące operacji wykonywanych w testowanym systemie są mocno uzależnione od wersji systemu, w której je zarejestrowano. Na przykład, jeśli rejestrowanie danych odbywa się na poziomie interfejsu graficznego, zmiany układu tego interfejsu mogą wpływać na skrypt testowy, nawet jeśli dotyczą jedynie położenia elementów wizualnych. W związku z tym, podejścia oparte na rejestrowaniu i odtwarzaniu są wrażliwe na zmiany.

Implementację przypadków (skryptów) testowych można rozpocząć dopiero po udostępnieniu testowanego systemu.

Metoda skryptów liniowych

Podstawowa koncepcja

Podobnie jak w przypadku wszystkich technik skryptowych, punktem wyjścia do tworzenia skryptów liniowych są procedury testowe wykonywane manualnie. Procedury te nie muszą być udokumentowane — wiedzę o tym, jakie testy należy wykonać i w jaki sposób, mogą posiadać analitycy testowi.

Poszczególne testy wykonuje się manualnie. Narzędzie testowe zapisuje sekwencję akcji, a w niektórych przypadkach rejestruje również dane wyjściowe wyświetlane przez testowany system na ekranie. W rezultacie powstaje zasadniczo jeden (zwykle duży) skrypt na każdą procedurę testową. Zapisane skrypty można edytować przy użyciu języka skryptowego używanego przez dane narzędzie, aby zwiększyć ich czytelność (np. poprzez dodanie komentarzy wyjaśniających czynności wykonywane w kluczowych momentach) bądź wprowadzić dodatkowe mechanizmy kontroli.

Utworzony skrypt można następnie odtworzyć za pomocą narzędzia, co powoduje powtórzenie czynności wykonanych przez testera podczas zapisywania skryptu. Technika ta może służyć do automatyzowania testów wykonywanych przy użyciu interfejsu graficznego (GUI), ale nie sprawdza się w przypadku konieczności zautomatyzowania dużej liczby testów bądź wykonywania ich w odniesieniu do wielu wersji oprogramowania. Wynika to z wysokich kosztów pielęgnacji związanych zwykle ze zmianami w testowanym systemie (każda zmiana w tym systemie może wymusić wprowadzenie wielu zmian w zapisanych skryptach).

Zalety

Jedną z najważniejszych zalet skryptów liniowych jest to, że wymagają one jedynie niewielkich (lub wręcz nie wymagają żadnych) nakładów pracy na etapie przygotowania do rozpoczęcia automatyzacji. Po opanowaniu zasad obsługi narzędzia wystarczy zarejestrować test wykonywany manualnie, a następnie go odtworzyć (chociaż proces rejestrowania może wymagać dodatkowej interakcji z narzędziem testowym w celu porównania rzeczywistych i oczekiwanych danych wyjściowych, a tym samym sprawdzenia poprawności działania oprogramowania). Umiejętność programowania nie jest przy tym konieczna, chociaż zwykle okazuje się przydatna.

Wady

Skrypty liniowe mają wiele wad. Nakład pracy niezbędny do zautomatyzowania danej procedury testowej zależy głównie od jej wielkości, czyli liczby kroków lub działań niezbędnych do jej wykonania. Oznacza to, że utworzenie tysięcznej procedury testowej wymagającej zautomatyzowania jest proporcjonalnie tak samo czasochłonne, jak utworzenie setnej procedury testowej. Inaczej mówiąc, możliwości obniżania kosztów związanych z tworzeniem nowych testów automatycznych są bardzo ograniczone.

Jeśli występują dwa skrypty, które wykonują podobne testy, ale z użyciem innych wartości wejściowych, oba skrypty muszą zawierać tę samą sekwencję instrukcji — różne są jedynie informacje towarzyszące instrukcjom (zwane argumentami lub parametrami). W przypadku utworzenia kilku podobnych testów (a tym samym skryptów) każdy z nich będzie zawierał tę samą sekwencję instrukcji, która będzie wymagała aktualizacji za każdym razem, gdy w oprogramowaniu zostaną wprowadzone zmiany mające wpływ na skrypty.

Skrypty tworzy się w języku programowania, a nie w języku naturalnym, przez co mogą być niezrozumiałe dla osób niebędących programistami. Ponadto, niektóre narzędzia testowe korzystają z własnych języków, których opanowanie (zwłaszcza na poziomie biegłości) wymaga czasu.

Zapisane skrypty zawierają w komentarzach jedynie ogólne stwierdzenia (lub nie zawierają ich wcale). Zwłaszcza w przypadku długich skryptów zaleca się dodawanie komentarzy objaśniających czynności wykonywane na każdym kolejnym kroku testu, ponieważ ułatwia to pielęgnację. Jeśli test składa się z wielu kroków, skrypty szybko rozrastają się do bardzo dużych rozmiarów, ponieważ zawierają wiele instrukcji.

Skrypty nie mają budowy modułowej, przez co są trudne w utrzymaniu. Ponadto, proces tworzenia skryptów liniowych nie podlega powszechnie przyjętym zasadom dotyczącym ponownego wykorzystania i modułowości oprogramowania, a także jest ściśle powiązany z konkretnym narzędziem.

Metoda skryptów ustrukturyzowanych

Podstawowa koncepcja

Najważniejszą różnicą między techniką skryptów ustrukturyzowanych a techniką skryptów liniowych jest wprowadzenie biblioteki skryptów. Biblioteka ta zawiera skrypty wielokrotnego użytku, które służą do wykonywania sekwencji instrukcji wspólnych dla większej liczby testów. Dobrym przykładem są skrypty wykonujące operacje przy użyciu interfejsów testowanego systemu.

Zalety

Wśród zalet tego podejścia można wymienić znaczne zmniejszenie liczby zmian wymaganych na etapie utrzymania oraz obniżenie kosztów automatyzacji nowych testów (dzięki możliwości wykorzystania istniejących skryptów zamiast tworzenia od podstaw nowych skryptów).

Korzyści związane z tworzeniem skryptów ustrukturyzowanych wynikają w dużej mierze z możliwości ponownego wykorzystania dotychczasowych skryptów. Pozwala to zautomatyzować więcej testów

bez konieczności tworzenia ogromnej liczby skryptów (w odróżnieniu od podejścia opartego na skryptach liniowych), co bezpośrednio wpływa na koszty tworzenia i utrzymania testów. Dzięki możliwości ponownego wykorzystania niektórych skryptów utworzonych w celu implementacji pierwszego testu, zautomatyzowanie drugiego i kolejnych testów nie jest już tak pracochłonne.

Wady

Początkowe nakłady pracy związane z tworzeniem współużytkowanych skryptów można uznać za wadę, jednak inwestycja ta powinna przynieść duże korzyści, jeśli zostanie prawidłowo przeprowadzona. Tworzenie skryptów wymaga umiejętności programowania, ponieważ samo rejestrowanie działań nie jest już wystarczające. Ponadto, konieczne jest należyte zarządzanie biblioteką skryptów: skrypty powinny być udokumentowane, a techniczni analitycy testowi powinni mieć możliwość łatwego wyszukiwania wymaganych skryptów (pomaga w tym przemyślana konwencja nazewnictwa).

Testowanie sterowane danymi

Podstawowa koncepcja

Technika skryptów sterowanych danymi jest rozwinięciem techniki skryptów ustrukturyzowanych. Najistotniejsza różnica dotyczy sposobu postępowania z danymi wejściowymi do testów. Dane te są wyodrębniane ze skryptów i umieszczane w jednym lub kilku oddzielnych plikach (zwanych zwykle plikami danych).

Oznacza to, że główny skrypt testowy można wykorzystać do implementacji kilku, a nie tylko pojedynczego testu. Główny skrypt testowy „wielokrotnego użytku" jest zwykle nazywany skryptem sterującym. Skrypt sterujący zawiera sekwencję instrukcji niezbędną do wykonania testów, natomiast dane wejściowe są odczytywane z pliku danych. Dzięki temu można wykorzystać jeden skrypt do przeprowadzenia wielu testów, chociaż zwykle nie wystarcza to do zautomatyzowania szerokiej gamy testów. W związku z tym potrzebnych jest kilka skryptów sterujących, jednak ich liczba jest nadal niewielka w porównaniu z łączną liczbą zautomatyzowanych testów.

Zalety

Przedstawiona technika skryptowa pozwala znacznie obniżyć koszty związane z dodawaniem nowych testów automatycznych. Dzięki niej można zautomatyzować wiele odmian użytecznego testu, a tym samym dokładniej przetestować dany obszar oraz zwiększyć pokrycie testowe.

W związku z tym, że testy są „opisywane" przez pliki danych, analitycy testowi mogą tworzyć specyfikacje testów automatycznych poprzez wypełnienie jednego lub kilku takich plików. Metoda ta daje analitykom testowym większą swobodę w zakresie tworzenia specyfikacji testów automatycznych, a przy tym nie wymaga zbyt częstego korzystania z pomocy technicznych analityków testowych (których dostępność może być ograniczona).

Wady

Wadą tego podejścia jest konieczność zarządzania plikami danych oraz dbania o to, aby pliki te mogły być odczytywane przez rozwiązanie do automatyzacji testowania (TAS), jednak związane z tym nakłady pracy można skutecznie ograniczyć.

Kolejną wadą jest ryzyko pominięcia negatywnych przypadków testowych. Testy negatywne stanowią połączenie procedur testowych i danych testowych, a w przypadku podejścia ukierunkowanego głównie na same dane testowe powstaje niebezpieczeństwo pominięcia „negatywnych procedur testowych".

Testowanie oparte na słowach kluczowych

Podstawowa koncepcja

Technika skryptów opartych na słowach kluczowych jest rozwinięciem techniki skryptów sterowanych danymi. Najważniejsze różnice polegają na tym, że po pierwsze: pliki danych są w tym przypadku nazywane plikami definicji testów lub podobnie (np. plikami słów akcji), a po drugie: występuje tylko jeden skrypt sterujący.

Plik definicji testów opisuje testy w sposób, który powinien być bardziej zrozumiały dla analityków testowych (w porównaniu z równoważnym plikiem danych). Plik taki zawiera zwykle zarówno dane

(analogicznie do plików danych), jak i instrukcje wysokiego poziomu (słowa kluczowe, zwane także słowami akcji).

Słowa kluczowe należy dobierać tak, aby były zrozumiałe dla analityków testowych oraz adekwatne do opisywanych testów i testowanej aplikacji. Słowa te służą głównie (choć nie tylko) do odzwierciedlania interakcji biznesowych wysokiego poziomu z danym systemem (takich jak np. „złożenie zamówienia"), przy czym każde słowo kluczowe odpowiada kilku szczegółowym interakcjom z testowanym systemem. Przypadki testowe specyfikuje się za pomocą sekwencji słów kluczowych (wraz z odpowiednimi danymi testowymi). W przypadku kroków weryfikacji można stosować specjalne słowa kluczowe, jak również słowa kluczowe mogą określać akcje, jak i kroki weryfikacji.

Zakres obowiązków analityków testowych obejmuje tworzenie i utrzymanie plików słów kluczowych. Oznacza to, że po zaimplementowaniu skryptów pomocniczych analitycy testowi mogą dodawać „automatyczne" testy, określając je po prostu w pliku słów kluczowych (podobnie jak w przypadku techniki skryptów sterowanych danymi).

Zalety

W przypadku tej techniki skryptowej koszt dodawania nowych testów automatycznych ulega znacznemu obniżeniu po zakończeniu etapu tworzenia skryptu sterującego i skryptów pomocniczych (zawierających słowa kluczowe).

W związku z tym, że testy są „opisywane" przez pliki słów kluczowych, analitycy testowi mogą tworzyć specyfikacje testów automatycznych poprzez opisywanie testów za pomocą słów kluczowych i związanych z nimi danych. Metoda ta daje analitykom testowym większą swobodę w zakresie tworzenia specyfikacji testów automatycznych, a przy tym nie wymaga zbyt częstego korzystania z pomocy technicznych analityków testowych (których dostępność może być ograniczona). Przewaga podejścia opartego na słowach kluczowych nad podejściem opartym na danych wynika właśnie z zastosowania słów kluczowych. Każde takie słowo powinno odpowiadać sekwencji szczegółowych akcji, których wykonanie przynosi konkretny rezultat. Na przykład, w aplikacji do obsługi zakupów w Internecie mogą występować akcje takie jak „utworzenie konta", „złożenie zamówienia" czy „sprawdzenie statusu zamówienia", przy czym każda z nich może składać się z kilku szczegółowych kroków. Opisując sobie nawzajem testy systemowe, analitycy testowi będą najprawdopodobniej odwoływać się właśnie do takich akcji wysokiego poziomu, a nie szczegółowych kroków. Znajduje to odzwierciedlenie w podejściu opartym na słowach kluczowych, które umożliwia implementację akcji wysokiego poziomu i definiowanie testów na ich podstawie, bez konieczności odwoływania się do szczegółowych kroków.

Ukrycie szczegółów w słowach kluczowych (lub bibliotekach w przypadku stosowania metody skryptów ustrukturyzowanych) ułatwia odczytywanie i zapisywanie przypadków testowych oraz ich utrzymanie. Tym samym słowa kluczowe umożliwiają abstrakcję od złożoności interfejsów testowanego systemu.

Wady

Implementacja słów kluczowych pozostaje dla inżynierów automatyzacji testowania trudnym zadaniem, zwłaszcza jeśli stosowane narzędzie nie obsługuje tej techniki skryptowej. W przypadku niewielkich systemów implementacja może wiązać się ze zbyt dużym nakładem pracy, a koszty mogą przeważyć nad korzyściami.

Dobór implementowanych słów kluczowych wymaga dużej staranności. Właściwie dobrane słowa kluczowe będą wykorzystywane często w ramach wielu różnych testów, a niewłaściwie dobrane mogą zostać użyte zaledwie raz lub kilka razy.

Technika skryptów sterowanych procesami

Podstawowa koncepcja

Technika skryptów sterowanych procesami jest rozwinięciem techniki skryptów opartych na słowach kluczowych. Różnica polega na tym, że rolę skryptów pełnią teraz scenariusze odpowiadające przypadkom użycia testowanego systemu i ich wariantom. Skrypty są następnie parametryzowane przy użyciu danych testowych lub łączone w definicje testów wyższego poziomu.

Tworzone w ten sposób definicje testów są wygodniejsze w użyciu, ponieważ pozwalają określić powiązania logiczne między akcjami (np. „sprawdzenie statusu zamówienia" poprzedzone „złożeniem

zamówienia” w przypadku testowania funkcjonalnego lub „sprawdzenie statusu zamówienia” nie poprzedzone „złożeniem zamówienia” w przypadku testowania odporności).

Zalety

Zastosowanie procesowej definicji przypadków testowych, która bazuje na scenariuszach, umożliwia definiowanie procedur testowych z perspektywy przepływu pracy. Podejście oparte na procesach ma na celu implementowanie przepływów pracy wysokiego poziomu z wykorzystaniem bibliotek testowych, które odpowiadają szczegółowym krokom testów (patrz także podejście oparte na słowach kluczowych).

Wady

Techniczni analitycy testowi mogą mieć problem ze zrozumieniem procesów zachodzących w testowanym systemie, a w rezultacie — z implementacją skryptów zorientowanych na procesy zwłaszcza, jeśli wybrane narzędzie nie obsługuje logiki procesów biznesowych.

Dobór procesów (dokonywany przy użyciu słów kluczowych) wymaga dużej staranności. Do właściwie dobranych procesów będą odwoływać się inne procesy, co pozwoli utworzyć wiele testów dopasowanych do potrzeb. Niewłaściwy dobór procesów nie przyniesie korzyści pod względem dopasowania, możliwości wykrywania błędów itd.

Testowanie oparte na modelu

Podstawowa koncepcja

Metoda testowania opartego na modelu służy do automatycznego generowania przypadków testowych (patrz także sylabus ISTQB dotyczący testowania opartego na modelu), nie zaś ich automatycznego wykonywania, jak w przypadku użycia techniki rejestrowania i odtwarzania, skryptów liniowych, skryptów ustrukturyzowanych, skryptów sterowanych danymi lub skryptów sterowanych procesami. W ramach testowania opartego na modelu stosuje się (pół-)formalne modele umożliwiające abstrakcję od technologii skryptowych określonych przez architekturę automatyzacji testowania (TAA). Dzięki temu można skorzystać z różnych metod generowania testów w celu wyprowadzania testów odpowiadających poszczególnym omówionym powyżej strukturom skryptowym.

Zalety

Dzięki abstrakcji testowanie oparte na modelu pozwala skoncentrować się na zasadniczych aspektach testowania (takich jak logika biznesowa, dane, scenariusze, konfiguracje i inne elementy wymagające przetestowania). Ponadto podejście to umożliwia generowanie testów na potrzeby różnych systemów i technologii docelowych. Dzięki temu modele służące do generowania testów pozostaną w przyszłości użytecznym odwzorowaniem testaliów, umożliwiającym ich ponowne wykorzystanie oraz dostosowywanie do zmian technologicznych.

W przypadku zmiany wymagań wystarczy tylko dostosować do nich model testów, a następnie wygenerować automatycznie kompletny zbiór przypadków testowych (techniki projektowania przypadków testowych są wbudowane w generatory przypadków testowych).

Wady

Skuteczne stosowanie techniki testowania opartego na modelu wymaga specjalistycznej wiedzy w dziedzinie modelowania, ponieważ modelowanie bez konkretnej, szczególnej wiedzy na temat interfejsów, danych i/lub zachowań testowanego systemu nie jest rzeczą łatwą. Co więcej, narzędzia do modelowania i testowania opartego na modelu nie są jeszcze szeroko rozpowszechnione, chociaż z czasem stają się coraz bardziej dopracowane. Testowanie oparte na modelu wymaga również dostosowania procesów testowych, na przykład poprzez ustanowienie roli projektanta testów. Ponadto, modele służące do generowania testów są ważnymi artefaktami z punktu widzenia zapewnienia jakości testowanego systemu, w związku z czym muszą być również objęte procedurami kontroli jakości i utrzymania.

3.2.3 Uwarunkowania techniczne związane z testowanym systemem

Przy projektowaniu architektury automatyzacji testowania (TAA) należy również wziąć pod uwagę aspekty techniczne testowanego systemu. Poniżej omówiono niektóre z nich, przy czym podana lista nie jest kompletna i uwzględnia jedynie wybrane istotne aspekty tego zagadnienia.

Interfejsy testowanego systemu
Testowany system jest wyposażony w interfejsy wewnętrzne (łączące jego poszczególne elementy) oraz zewnętrzne (łączące system ze środowiskiem i użytkownikami, mogące mieć postać udostępnionych komponentów). W związku z tym TAA musi umożliwiać sterowanie wszystkimi interfejsami testowanego systemu, na które mogą oddziaływać procedury testowe, oraz/lub obserwowanie takich interfejsów (co oznacza, że interfejsy te muszą być testowalne). Ponadto, może być konieczne rejestrowanie interakcji między testowanym systemem a rozwiązaniem do automatyzacji testowania (TAS) na różnych poziomach szczegółowości, zwykle z uwzględnieniem sygnatur czasowych (time stamps).

Na początku projektu, na etapie definiowania architektury (a w środowiskach zwinnych również w sposób ciągły na dalszych etapach) należy określić odpowiedni przedmiot zainteresowania (np. test), aby zweryfikować dostępność interfejsów lub narzędzi testowych niezbędnych do zapewnienia testowalności systemu (jest to element projektowania pod kątem testowalności).

Dane związane z testowanym systemem
Testowany system korzysta z danych konfiguracyjnych do sterowania procesami tworzenia instancji, konfigurowania, administrowania itd., a także z danych, które są w nim przetwarzane. Ponadto, system może wykorzystywać do realizacji swoich zadań dane zewnętrzne pochodzące z innych systemów. W związku z tym — zależnie od procedur testowych opracowanych w odniesieniu do testowanego systemu — należy zapewnić możliwość definiowania i konfigurowania przez TAA wszystkich powyższych typów danych oraz tworzenia ich instancji. Konkretny sposób postępowania z danymi związanymi z testowanym systemem ustala się w projekcie TAA. Zależnie od podejścia dane te mogą być przetwarzane w postaci parametrów, arkuszy danych testowych, testowych baz danych, danych rzeczywistych itd.

Konfiguracje testowanego systemu
Testowany system może być wdrażany w różnych konfiguracjach, na przykład w różnych systemach operacyjnych lub urządzeniach docelowych bądź z różnymi ustawieniami językowymi. W zależności od procedur testowych może zajść potrzeba uwzględnienia powyższych różnic po stronie TAA: procedury te mogą na przykład wymagać zastosowania różnych konfiguracji testowych (w laboratorium) lub wirtualnych konfiguracji testowych (w chmurze) TAA w odniesieniu do poszczególnych konfiguracji testowanego systemu. Ponadto, do przetestowania określonych aspektów testowanego systemu mogą być niezbędne dodatkowe symulatory i/lub emulatory wybranych komponentów.

Normy i wymagania prawne dotyczące testowanego systemu
Obok aspektów technicznych testowanego systemu w projekcie TAA należy również uwzględnić wymagania wynikające z obowiązujących przepisów prawa i/lub norm oraz zapewnić zgodność architektury z tymi wymaganiami. Przykładem mogą być wymagania dotyczące ochrony danych testowych lub zachowania poufności, które mają wpływ na korzystanie z oferowanych przez TAA funkcji rejestrowania i raportowania.

Narzędzia i środowiska narzędziowe używane do wytwarzania testowanego systemu
W związku z wytwarzaniem testowanego systemu mogą być używane różne narzędzia służące do opracowywania wymagań, projektowania i modelowania, tworzenia kodu, integracji oraz wdrażania. Konfiguracja TAA i jej narzędzi powinna uwzględniać powyższe środowisko narzędziowe testowanego systemu, ponieważ jest to konieczne do zapewnienia kompatybilności narzędzi oraz możliwości śledzenia i/lub ponownego wykorzystania artefaktów.

Interfejsy testowe w oprogramowaniu
Zdecydowanie nie zaleca się usuwania interfejsów testowych z produktu przed przekazaniem go do eksploatacji. Interfejsy te można w większości przypadków pozostawić w testowanym systemie bez szkody dla jego finalnej wersji, aby umożliwić pracownikom serwisu i pomocy technicznej diagnozowanie problemów oraz testowanie wersji serwisowych. Nie wolno oczywiście zapomnieć o sprawdzeniu, czy powyższe interfejsy nie będą stwarzać ryzyka w dziedzinie zabezpieczeń. W razie potrzeby programiści mogą zwykle dezaktywować interfejsy testowe, aby uniemożliwić ich użycie przez osoby spoza działu programistycznego.

3.2.4 Uwarunkowania związane z procesami wytwarzania oprogramowania i zapewnienia jakości

Przy projektowaniu architektury automatyzacji testowania (TAA) należy wziąć pod uwagę aspekty związane z procesami wytwarzania oprogramowania i zapewnienia jakości. Poniżej omówiono niektóre z nich, przy czym podana lista nie jest kompletna i uwzględnia jedynie wybrane istotne aspekty tego zagadnienia.

Wymagania dotyczące sterowania wykonywaniem testów

Zależnie od poziomu automatyzacji wymaganego przez TAA może okazać się konieczne zapewnienie obsługi interaktywnego wykonywania testów, wykonywania testów w trybie wsadowym bądź całkowicie automatycznego wykonywania testów.

Wymagania dotyczące raportowania
Zależnie od wymagań dotyczących raportowania (w tym typów i struktur raportów), TAA musi umożliwiać obsługę stałych, sparametryzowanych lub zdefiniowanych raportów z testów w różnych formatach i układach.

Role i prawa dostępu
Zależnie od wymagań dotyczących zabezpieczeń, może okazać się konieczne stworzenie w ramach TAA odpowiedniego systemu ról i uprawnień dostępu.

Ustalone środowisko narzędziowe
Do zarządzania projektem, zarządzania testami, obsługi repozytorium kodu i testów, śledzenia defektów, zarządzania incydentami, przeprowadzania analiz ryzyka i wykonywania innych czynności związanych z testowanym systemem są często używane różne narzędzia, które wspólnie tworzą ugruntowane środowisko narzędziowe. W tej sytuacji niezbędna jest możliwość bezproblemowej integracji narzędzia lub narzędzi obsługujących TAA z innymi narzędziami w powyższym środowisku. Ponadto należy zadbać o to, aby skrypty testowe były przechowywane i wersjonowane w taki sam sposób jak kod testowanego systemu, co pozwoli ujednolicić proces wprowadzania zmian w obu obszarach.

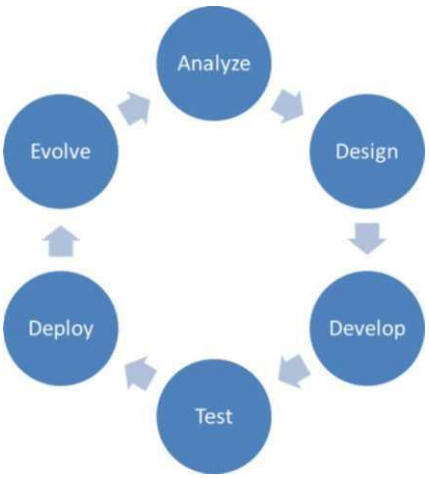
3.3 Tworzenie rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)

3.3.1 Wprowadzenie do procesu tworzenia TAS

Tworzenie rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) można porównać do innych projektów wytwarzania oprogramowania. W obu przypadkach prace mogą być prowadzone z wykorzystaniem tych samych procedur i procesów, łącznie z przeglądami koleżeńskimi dokonywanymi przez programistów i testerów. Cechą wyróżniającą tworzenie TAS jest konieczność zapewnienia kompatybilności i synchronizacji z testowanym systemem — oba te aspekty wymagają uwzględnienia zarówno w projekcie TAA (patrz podrozdział 3.2), jak i w procesie tworzenia docelowego rozwiązania. Kolejnym istotnym aspektem jest wpływ strategii testów na testowany system, co może na przykład wiązać się z koniecznością udostępnienia interfejsów testowych na potrzeby TAS.

W tym punkcie do omówienia procesu tworzenia TAS oraz związanych z nim aspektów dotyczących kompatybilności i synchronizacji z testowanym systemem posłużono się koncepcją SDLC. Powyższe aspekty są tak samo istotne dla wszelkich innych procesów wytwarzania oprogramowania, które wybrano lub wdrożono w odniesieniu do testowanego systemu i/lub TAS — również i te procesy wymagają odpowiedniego dostosowania.

Rysunek 2 przedstawia podstawowy SDLC dotyczący TAS.



EN	PL
Analyze	Analiza
Design	Projektowanie
Develop	Programowanie
Test	Testowanie
Deploy	Wdrożenie
Evolve	Rozwój

Rysunek 2. Podstawowy SDLC dotyczący TAS

Na początku należy zebrać i przeanalizować zbiór wymagań dotyczących TAS (patrz rys. 2). Wymagania te są podstawą do zaprojektowania TAS w sposób zdefiniowany przez TAA (patrz podrozdział 3.2). Następnie, przy użyciu odpowiednich metod inżynierii oprogramowania projekt jest przekształcany w oprogramowanie. Należy przy tym zaznaczyć, że TAS może również korzystać z wydzielonego sprzętu testowego, jednak zagadnienie to nie jest przedmiotem niniejszego sylabusa. Podobnie jak każde inne oprogramowanie, TAS także wymaga przetestowania. W tym celu przeprowadza się zwykle podstawowe testy możliwości TAS, po których następuje badanie wzajemnej interakcji między TAS a testowanym systemem. Po wdrożeniu TAS i rozpoczęciu jego eksploatacji, często konieczny jest dalszy rozwój polegający na dodawaniu kolejnych funkcji testowania, wprowadzaniu zmian w dotychczasowych testach lub aktualizowaniu rozwiązania w związku ze zmianami w testowanym systemie. Zgodnie z cyklem życia wytwarzania oprogramowania, dalszy rozwój TAS wymaga przeprowadzenia kolejnej rundy prac programistycznych.

Należy również pamiętać, że SDLC nie uwzględnia etapów tworzenia kopii zapasowych, archiwizacji i dekonfigurowania TAS. Podobnie jak prace programistyczne związane z TAS, procedury te powinny być realizowane zgodnie z przyjętymi w organizacji metodami.

3.3.2 Kompatybilność TAS z testowanym systemem

Kompatybilność procesów
Testowanie każdego testowanego systemu powinno być zsynchronizowane z jego wytwarzaniem, a w przypadku automatyzacji — również z tworzeniem TAS. W związku z tym, zalecane jest odpowiednie skoordynowanie procesów związanych z wytwarzaniem testowanego systemu, tworzeniem TAS i testowaniem. Duże korzyści może również przynieść zapewnienie kompatybilności procesów wytwarzania testowanego systemu i TAS pod względem struktury procesów, zarządzania procesami i obsługi narzędzi.

Koordynacja pracy zespołów
Kolejnym aspektem kompatybilności prac programistycznych związanych z TAS i testowanym systemem jest koordynacja pracy zespołów. Przyjęcie wspólnego podejścia do tworzenia TAS i testowanego systemu oraz zarządzania tymi procesami może przynieść zaangażowanym zespołom duże korzyści, takie jak możliwość wzajemnego przeglądu przyjętych wymagań, projektów i/lub artefaktów programistycznych, wspólnego omawiania problemów oraz znajdowania kompatybilnych rozwiązań. Ponadto, koordynacja pracy zespołów ułatwia wymianę informacji i wzajemną interakcję.

Kompatybilność technologii
Należy również wziąć pod uwagę kompatybilność technologii stosowanych w TAS i testowanym systemie. Dobrym rozwiązaniem jest uwzględnienie harmonijnego współdziałania obu systemów już na samym początku prac projektowych i implementacyjnych. Nawet jeśli okaże się to bezpośrednio niemożliwe (np. z powodu niedostępności odpowiednich rozwiązań technicznych po stronie TAS lub testowanego systemu),

nadal może istnieć szansa na zapewnienie harmonijnego współdziałania przy użyciu adapterów lub innych elementów pośredniczących.

Kompatybilność narzędzi
Należy również uwzględnić kompatybilność narzędzi używanych do zarządzania, wytwarzania oprogramowania i zapewnienia jakości po stronie TAS i testowanego systemu. Na przykład, zastosowanie tych samych narzędzi do zarządzania wymaganiami i/lub zarządzania problemami ułatwi wymianę informacji oraz koordynację prac programistycznych dotyczących TAS i testowanego systemu.

3.3.3 Synchronizacja TAS z testowanym systemem

Synchronizacja wymagań
Po pozyskaniu wymagań dotyczących testowanego systemu i rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) należy te wymagania odpowiednio opracować. Wymagania dotyczące TAS można podzielić na dwie główne grupy: (1) wymagania odnoszące się do tworzenia TAS jako systemu opartego na oprogramowaniu, takie jak wymagania dotyczące funkcji TAS służących do projektowania testów, tworzenia specyfikacji testów, analizy rezultatów testów itd., oraz (2) wymagania odnoszące się do testowania testowanego systemu przy użyciu TAS. Powyższe wymagania dotyczące testowania odpowiadają wymaganiom stawianym testowanemu systemowi i odzwierciedlają jego funkcje/właściwości, które mają być testowane za pomocą TAS. Po każdej aktualizacji wymagań dotyczących testowanego systemu lub TAS należy ponownie zweryfikować ich wzajemną spójność oraz sprawdzić, czy wszystkim wymaganiom dotyczącym testowanego systemu, które mają zostać przetestowane przy użyciu TAS, odpowiadają zdefiniowane wymagania dotyczące testowania.

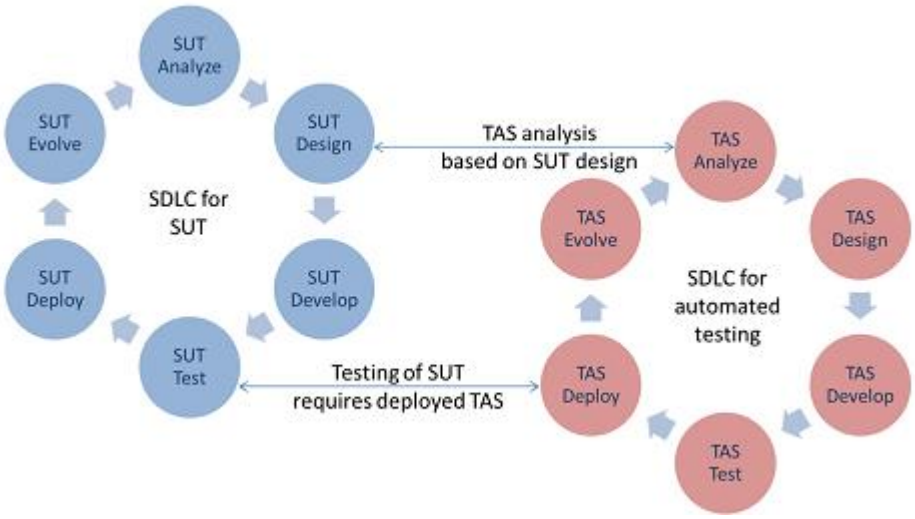
Synchronizacja faz wytwarzania oprogramowania
Zapewnienie gotowości TAS w terminie umożliwiającym rozpoczęcie testowania danego testowanego systemu wymaga skoordynowania poszczególnych faz wytwarzania oprogramowania. Najbardziej efektywnym rozwiązaniem jest zsynchronizowanie faz określania wymagań, projektowania, tworzenia specyfikacji i implementacji testowanego systemu oraz TAS.

Synchronizacja śledzenia defektów
Defekty mogą dotyczyć testowanego systemu, TAS bądź wymagań, projektów lub specyfikacji. Z uwagi na relację między obu projektami, działania podjęte w celu korekty defektów w jednym projekcie mogą mieć wpływ na drugi projekt, dlatego procesy śledzenia defektów i testowania potwierdzającego muszą obejmować zarówno TAS, jak i testowany system.

Synchronizacja rozwoju testowanego systemu i TAS
SUT i TAS mogą być rozwijane w celu wprowadzania nowych funkcji lub dezaktywowania dotychczasowych, korygowania defektów bądź uwzględniania zmian w środowisku (w tym zmian wprowadzanych odpowiednio w testowanym systemie i TAS, ponieważ każdy z tych systemów jest elementem środowiska pracy drugiego systemu). Każda zmiana wprowadzona w testowanym systemie lub TAS może wpłynąć na drugi z systemów, w związku z czym zarządzanie zmianami powinno obejmować oba systemy.

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono dwa podejścia do synchronizacji procesów wytwarzania oprogramowania między testowanym systemem a TAS.

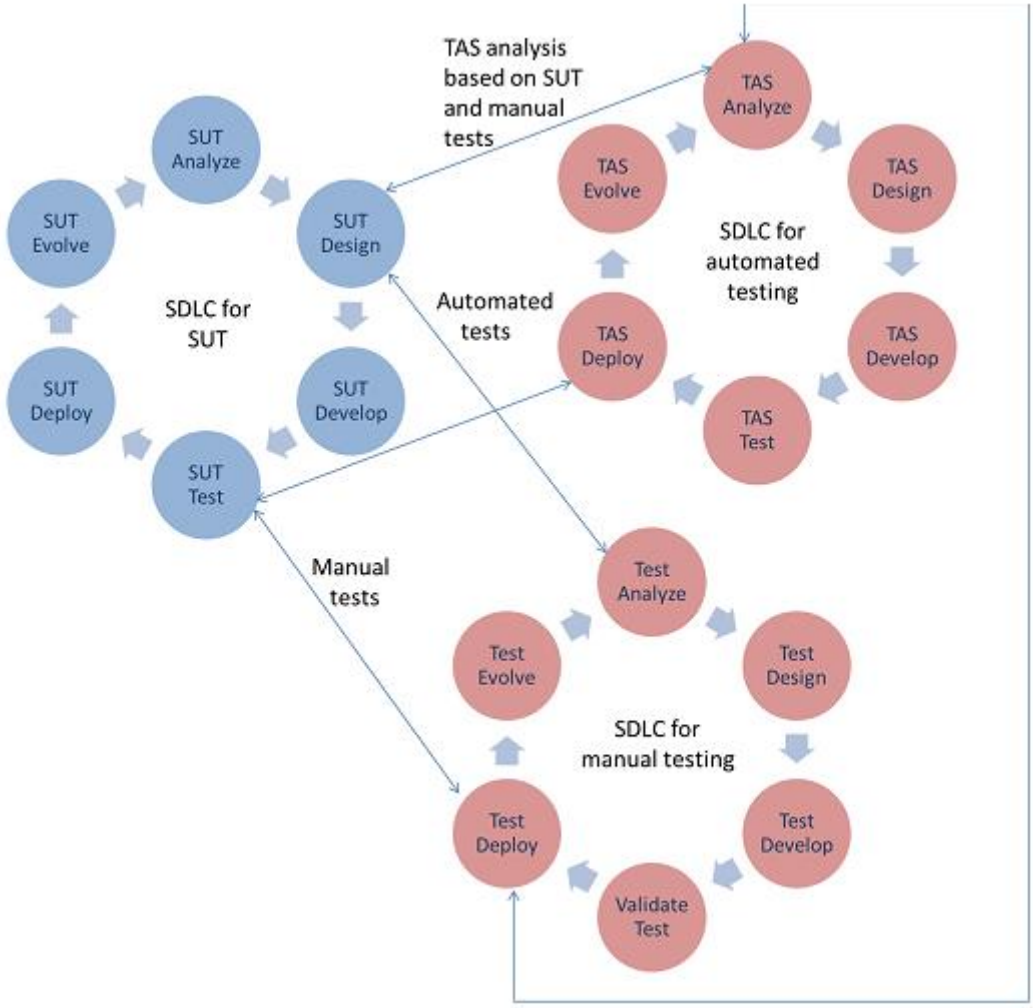
Rysunek 3 przedstawia podejście, w którym cykle życia wytwarzania oprogramowania dotyczące testowanego systemu i TAS są zsynchronizowane głównie w dwóch fazach: (1) analiza TAS jest oparta na projekcie testowanego systemu, który z kolei bazuje na analizie tego systemu; (2) testy są wykonywane w testowanym systemie przy użyciu wdrożonego TAS.



EN	PL
SDLC for SUT	SDLC dot. testowanego systemu (SUT)
SUT Analyze	Analiza SUT
SUT Design	Projektowanie SUT
SUT Develop	Programowanie SUT
SUT Test	Testowanie SUT
SUT Deploy	Wdrożenie SUT
SUT Evolve	Rozwój SUT
TAS analysis based on SUT design	Analiza TAS oparta na projekcie testowanego systemu
Testing of SUT requires deployed TAS	Testowanie SUT przy użyciu wdrożonego TAS
SDLC for automated testing	SDLC dot. testowania automatycznego
TAS Analyze	Analiza TAS
TAS Design	Projektowanie TAS
TAS Develop	Programowanie TAS
TAS Test	Testowanie TAS
TAS Deploy	Wdrożenie TAS
TAS Evolve	Rozwój TAS

Rysunek 3. Synchronizacja procesów wytwarzania TAS i testowanego systemu — przykład nr 1

Rysunek 4 przedstawia podejście hybrydowe, które obejmuje testowanie manualne i automatyczne. Jeśli przed automatyzowaniem testowania są stosowane testy manualne lub jeśli testy manualne i automatyczne są stosowane jednocześnie, wówczas analizę TAS należy przeprowadzić na podstawie projektu testowanego systemu oraz rezultatów testów manualnych. Pozwoli to zsynchronizować TAS z obydwoma rodzajami testów. Drugi ważny punkt synchronizacji w przypadku tego podejścia jest taki sam jak poprzednio: do testowania systemu niezbędne są wdrożone testy, przy czym w przypadku testów manualnych wystarczy procedura, zgodnie z którą mają one być wykonywane.



EN	PL
SDLC for SUT	SDLC dot. testowanego systemu (SUT)
SUT Analyze	Analiza TS
SUT Design	Projektowanie TS
SUT Develop	Programowanie TS
SUT Test	Testowanie TS
SUT Deploy	Wdrożenie TS
SUT Evolve	Rozwój TS
TAS analysis based on SUT and manual tests	Analiza TAS oparta na projekcie SUT i testach manualnych
Automated tests	Testy automatyczne
TAS Analyze	Analiza TAS
TAS Design	Projektowanie TAS
TAS Develop	Programowanie TAS
TAS Test	Testowanie TAS
TAS Deploy	Wdrożenie TAS
TAS Evolve	Rozwój TAS
Manual tests	Testy manualne
SDLC for manual testing	SLDC dot. testowania manualnego
Test Analyze	Analiza testów
Test Design	Projektowanie testów
Test Develop	Opracowanie testów
Validate Test	Walidacja testów
Test Deploy	Wdrożenie testów
Test Evolve	Rozwój testów

Rysunek 4. Synchronizacja procesów wytwarzania TAS i testowanego systemu — przykład nr 2

3.3.4 Projektowanie TAS pod kątem ponownego wykorzystania

W kontekście rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) termin „ponowne wykorzystanie” dotyczy ponownego użycia artefaktów TAS (pochodzących z dowolnego poziomu jego architektury) w odniesieniu do różnych linii produktów, środowisk produktów, domen produktów i/lub rodzin produktów. Wymóg ponownego wykorzystania wynika z potencjalnej użyteczności powyższych artefaktów z punktu widzenia innych produktów, wariantów produktów i/lub projektów. Do artefaktów TAS nadających się do ponownego wykorzystania można zaliczyć:

- Modele testowe celów testów, scenariuszy testowych, komponentów testów lub danych testowych (bądź ich elementy)
- Przypadki testowe, dane testowe, procedury testowe lub biblioteki testowe (bądź ich elementy)
- Mechanizm testowy i/lub strukturę raportów z testów
- Adaptery do komponentów i/lub interfejsów testowanego systemu

Kwestie związane z ponownym wykorzystaniem ustala się już na etapie definiowania architektury automatyzacji testowania (TAA), ale TAS może dodatkowo rozszerzać możliwości w tym zakresie poprzez:

- Wprowadzanie w życie ustaleń przyjętych w TAA oraz ich korygowanie i aktualizowanie w zależności od bieżących potrzeb
- Dokumentowanie artefaktów TAS w sposób pozwalający łatwo je zrozumieć i wykorzystać w nowych kontekstach
- Zapewnienie poprawności wszystkich artefaktów TAS tak, aby ich wysoka jakość sprzyjała wykorzystaniu w nowych kontekstach

Należy przy tym zaznaczyć, że o ile kwestię projektowania pod kątem ponownego wykorzystania reguluje głównie TAA, o tyle o pielęgnację i doskonalenie mechanizmów umożliwiających ponowne wykorzystanie należy dbać przez cały cykl życia TAS. Zapewnienie ponownego wykorzystania, mierzenie i wykazywanie wynikających z tego korzyści oraz przekonywanie innych do ponownego korzystania z istniejących rozwiązań do automatyzacji testowania wymaga ciągłej uwagi i nieustannych wysiłków.

3.3.5 Obsługa różnych systemów docelowych

Obsługa różnych systemów docelowych oznacza możliwość wykorzystania TAS do testowania różnych konfiguracji wytwarzanego oprogramowania. Określenie „różne konfiguracje” może odnosić się do:

- Komponentów testowanego systemu i wzajemnych połączeń między nimi
- Środowisk (programowych i sprzętowych), w których działają komponenty testowanego systemu
- Technologii, języków programowania lub systemów operacyjnych używanych do implementacji komponentów testowanego systemu
- Bibliotek i pakietów wykorzystywanych przez komponenty testowanego systemu
- Narzędzi używanych do implementacji komponentów testowanego systemu

Pierwsze cztery elementy są istotne z punktu widzenia TAS na każdym poziomie testów, natomiast ostatni dotyczy głównie testów na poziomie komponentów i integracji.

O ile możliwość wykorzystania TAS do testowania różnych konfiguracji oprogramowania określa się na etapie definiowania TAA, o tyle mechanizmy umożliwiające zapanowanie nad rozbieżnościami technicznymi oraz zarządzanie funkcjami i komponentami niezbędnymi do obsługi różnych konfiguracji oprogramowania muszą zostać zaimplementowane na poziomie TAS.

Problem zarządzania zmiennością TAS w relacji do zmienności oprogramowania można rozwiązać na różne sposoby:

- Zarządzanie wersjami/konfiguracją w odniesieniu do TAS i testowanego systemu pozwala zapewnić wzajemne dopasowanie wersji i konfiguracji obu systemów
- Parametryzacja TAS pozwala na dostosowanie TAS do konfiguracji testowanego systemu

Należy przy tym zaznaczyć, że o ile kwestię projektowania pod kątem zmienności TAS reguluje głównie TAA, o tyle o pielęgnację i doskonalenie mechanizmów związanych ze zmiennością należy dbać przez cały cykl życia TAS. Korygowanie, dodawanie, a nawet usuwanie opcji związanych ze zmiennością wymaga ciągłej uwagi i nieustannych wysiłków.

4. Ryzyko i sytuacje awaryjne związane z wdrożeniem — 150 min

Słowa kluczowe
ryzyko, łagodzenie ryzyka, ocena ryzyka, ryzyko produktowe

Cele nauczania — ryzyko i sytuacje awaryjne związane z wdrożeniem

4.1 **Wybór podejścia do automatyzacji testowania oraz planowanie wdrożenia/wydania na rynek**

ALTA-E-4.1.1 (K3) Kandydat potrafi stosować wytyczne dotyczące sprawnego wykonywania czynności związanych z pilotażem i wdrożeniem narzędzia testowego.

4.2 **Strategie oceny i łagodzenia ryzyka**

ALTA-E-4.2.1 (K4) Kandydat potrafi przeanalizować czynniki ryzyka związane z wdrożeniem, zidentyfikować problemy techniczne zagrażające pomyślnej realizacji projektu automatyzacji testowania oraz zaplanować strategie łagodzenia ryzyka.

4.3 **Utrzymanie mechanizmów automatyzacji testowania**

ALTA-E-4.3.1 (K2) Kandydat zna czynniki mające wpływ na pielęgnowalność TAS i sprzyjające jej zwiększaniu.

4.1 Wybór podejścia do automatyzacji testowania oraz planowanie wdrożenia/rolloutu

Dwie najważniejsze czynności wykonywane w ramach implementacji i rolloutu rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) to pilotaż i wdrożenie. Kroki, z których składają się te czynności, różnią się w zależności od typu TAS oraz specyfiki danej sytuacji.

W przypadku pilotażu należy uwzględnić co najmniej następujące kroki:
- Zidentyfikowanie odpowiedniego projektu
- Zaplanowanie pilotażu
- Przeprowadzenie pilotażu
- Dokonanie oceny wyników pilotażu

W przypadku wdrożenia należy uwzględnić co najmniej następujące kroki:
- Zidentyfikowanie początkowego projektu docelowego (lub projektów docelowych)
- Wdrożenie TAS w ramach wybranego projektu (lub projektów)
- Monitorowanie i dokonywanie oceny TAS w ramach projektów po upływie wcześniej zdefiniowanego okresu
- Rollout na całą organizację lub inne projekty

4.1.1 Projekt pilotażowy

Implementację narzędzi zaczyna się zwykle od przeprowadzenia projektu pilotażowego, którego celem jest upewnienie się, że zastosowanie TAS przyniesie zaplanowane korzyści. Projekt pilotażowy ma na celu między innymi:
- Uzyskanie dokładniejszych informacji na temat TAS
- Sprawdzenie dopasowania TAS do istniejących procesów, procedur i narzędzi oraz zidentyfikowanie ewentualnie wymaganych zmian (zwykle preferowane jest dopasowanie TAS do istniejących procesów/procedur, a jeśli zachodzi potrzeba dostosowania procesów/procedur do TAS, zmiany powinny mieć charakter udoskonaleń)
- Zaprojektowanie interfejsu automatyzacji zgodnie z potrzebami testerów
- Podjęcie decyzji co do standardowych sposobów używania, przechowywania i utrzymania TAS i zasobów testowych oraz zarządzania nimi, w tym integracji z procesami zarządzania konfiguracją i zarządzania zmianami (np. ustalenie konwencji nazewnictwa plików i testów, utworzenie bibliotek oraz określenie modułowości zestawów testów)
- Zidentyfikowanie miar i metod pomiaru używanych do monitorowania mechanizmów automatyzacji testowania podczas eksploatacji (w tym do określania ich użyteczności, pielęgnowalności i rozszerzalności)
- Oszacowanie, czy można osiągnąć spodziewane korzyści uzasadnionym kosztem (jest to okazja do skorygowania oczekiwań po rozpoczęciu korzystania z TAS)
- Wskazanie niezbędnych umiejętności oraz ustalenie, które z nich są dostępne lub wymagają uzupełnienia

Zidentyfikowanie odpowiedniego projektu
Wyboru projektu pilotażowego należy dokonać z zachowaniem dużej staranności, zgodnie z następującymi wytycznymi:
- Nie należy wybierać projektu mającego znaczenie krytyczne. Wdrożenie TAS może powodować opóźnienia, dlatego należy unikać sytuacji, w których opóźnienia takie mogłyby wpłynąć w istotny sposób na newralgiczne projekty (w początkowej fazie wdrożenie TAS jest czasochłonne, o czym musi pamiętać zespół projektowy)
- Nie należy wybierać prostego i mało istotnego projektu. Projekty takie nie nadają się do wykorzystania w ramach pilotażu, ponieważ powodzenie ich wdrożenia nie musi wcale przekładać się na pomyślną realizację bardziej zaawansowanego projektu, a wartość uzyskanych w ten sposób informacji jest niewielka
- Należy zaangażować w proces wyboru niezbędnych interesariuszy (w tym kierownictwo)
- Testowany system, którego ma dotyczyć projekt pilotażowy, powinien być dobrym punktem odniesienia dla innych projektów realizowanych przez organizację (np. powinien zawierać reprezentatywne komponenty interfejsu graficznego wymagające zautomatyzowania)

Zaplanowanie pilotażu
Pilotaż należy potraktować jako zwykły projekt wytwarzania oprogramowania, co oznacza konieczność opracowania planu, zarezerwowania środków w budżecie i zasobów, raportowania o postępach, zdefiniowania kamieni milowych itd. Szczególną uwagę należy zwrócić na to, aby osoby pracujące nad wdrożeniem TAS (tj. specjaliści) mogły poświęcić na to wystarczająco dużo czasu, nawet jeśli muszą również wykonywać pracę w ramach innych projektów. Dlatego ważne jest zaangażowanie kierownictwa, zwłaszcza gdy chodzi o pracowników dzielących swój czas między różne zadania, którzy prawdopodobnie nie będą mogli zajmować się wdrożeniem w pełnym wymiarze godzin.

Jeśli rozwiązanie do automatyzacji testowania zostało opracowane we własnym zakresie (a nie dostarczone przez zewnętrznego dostawcę), w prace wdrożeniowe należy zaangażować programistów, którzy brali udział w tworzeniu TAS.

Przeprowadzenie pilotażu
Podczas pilotażu poprzedzającego wdrożenie należy zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- Czy TAS udostępnia oczekiwane (i deklarowane przez dostawcę) funkcje? Jeśli nie, należy jak najszybciej rozwiązać ten problem. W przypadku opracowywania TAS we własnym zakresie odpowiedni programiści powinni zadbać o udostępnienie brakujących funkcji
- Czy TAS i istniejący proces wzajemnie wspomagają swoje działanie? Jeśli nie, konieczne jest dopasowanie ich do siebie

Dokonanie oceny wyników pilotażu
W procesie oceny powinni wziąć udział wszyscy interesariusze.

4.1.2 Wdrożenie

Po dokonaniu oceny wyników pilotażu i uznaniu, że zakończył się on sukcesem, można przystąpić do wdrożenia TAS w całym dziale lub całej organizacji. Rollout należy przeprowadzić metodą przyrostową, dbając o należyte zarządzanie tym procesem. Poniżej wymieniono niektóre czynniki decydujące o sukcesie wdrożenia:

- Rollout metodą przyrostową. Rollout w pozostałych częściach organizacji należy przeprowadzić etapami, w sposób przyrostowy. Dzięki temu nowi użytkownicy będą uzyskiwać dostęp do rozwiązania „falami", a nie wszyscy naraz. Stopniowe zwiększanie liczby osób korzystających z TAS pozwala zidentyfikować i wyeliminować ewentualne wąskie gardła, zanim staną się realnym problemem, a także dodawać w miarę potrzeb kolejne licencje
- Dostosowywanie i udoskonalanie procesów pod kątem współpracy z TAS. Gdy z rozwiązania do automatyzacji testowania korzystają różni użytkownicy, rozwiązanie to wchodzi w interakcję z różnymi procesami. W rezultacie może być konieczne dostrojenie takich procesów do współpracy z rozwiązaniem lub wprowadzenie w rozwiązaniu (niewielkich) zmian dostosowujących je do istniejących procesów
- Zapewnienie nowym użytkownikom szkoleń oraz coachingu/mentoringu. Nowi użytkownicy potrzebują szkoleń i coachingu w zakresie korzystania z nowego TAS, w związku z czym należy zadbać o dostępność odpowiednich zasobów. Szkolenia/warsztaty dla użytkowników powinny zostać przeprowadzone jeszcze przed rozpoczęciem korzystania z TAS
- Określenie wytycznych dotyczących użytkowania. Opracowanie wytycznych, list kontrolnych i odpowiedzi na często zadawane pytania związane z korzystaniem z TAS pozwala uniknąć nadmiernej liczby zgłoszeń do działu pomocy technicznej
- Wprowadzenie mechanizmu zbierania informacji na temat faktycznego użytkowania. Należy zapewnić możliwość automatycznego zbierania informacji na temat faktycznego korzystania z TAS. W miarę możliwości, zbierane powinny być informacje dotyczące zarówno sposobu korzystania z rozwiązania, jak i używanych elementów (tj. konkretnych funkcji). Dzięki temu łatwiej będzie monitorować eksploatację TAS
- Monitorowanie wykorzystania TAS oraz odniesionych korzyści i poniesionych kosztów. Monitorowanie użycia TAS w określonym przedziale czasu pozwala stwierdzić, czy rozwiązanie to jest faktycznie wykorzystywane. Uzyskane informacje mogą również posłużyć do ponownego obliczenia uzasadnienia biznesowego (np. w kategoriach zaoszczędzonego czasu bądź liczby problemów, którym udało się zapobiec)
- Zapewnienie zespołom testerów i programistów pomocy technicznej w zakresie danego TAS
- Zbieranie doświadczeń od wszystkich zespołów. Należy organizować spotkania ewaluacyjne i retrospektywne z udziałem poszczególnych zespołów korzystających z TAS. Dzięki temu można będzie zidentyfikować wnioski z dotychczasowych doświadczeń, a zespoły będą miały poczucie, że ich opinie są mile widziane i niezbędne do usprawniania pracy z TAS

- Identyfikowanie i implementowanie udoskonaleń. Na podstawie informacji zwrotnych od zespołów oraz danych z monitorowania TAS należy identyfikować i wdrażać odpowiednie udoskonalenia, informując o tym w przejrzysty sposób odpowiednich interesariuszy

4.1.3 Wdrożenie TAS w kontekście cyklu życia oprogramowania

Przebieg wdrożenia TAS zależy w ogromnej mierze od fazy wytwarzania oprogramowania, które ma być testowane przy jego użyciu.

Wdrożenie nowego TAS (lub nowej wersji dotychczasowego TAS) ma zwykle miejsce albo na początku projektu, albo w momencie osiągnięcia określonego kamienia milowego — takiego jak zamrożenie kodu czy koniec sprintu. Wynika to z faktu, że działania związane z wdrożeniem (w tym wszystkie niezbędne testy i modyfikacje) wymagają nakładu czasu i pracy. Ponadto, podejście takie pozwala skutecznie ograniczyć ryzyko niewłaściwego działania TAS i powstania przez to zakłóceń w funkcjonowaniu procesu automatyzacji testowania. Jeśli jednak konieczne jest rozwiązanie problemów krytycznych związanych z TAS lub dokonanie wymiany komponentu środowiska, w którym działa to rozwiązanie, wdrożenie przeprowadza się niezależnie od fazy rozwoju testowanego systemu.

4.2 Strategie oceny i łagodzenia ryzyka

Problemy techniczne mogą prowadzić do powstania ryzyka produktowego lub projektowego. Wśród typowych problemów technicznych można wymienić:

- Zbyt wysoki poziom abstrakcji, który może utrudnić zrozumienie faktycznie zachodzących procesów (np. w przypadku korzystania ze słów kluczowych)
- Zbyt obszerne, złożone lub trudne w obsłudze tabele danych (w przypadku techniki skryptów sterowanych danymi)
- Uzależnienie rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) od konkretnych bibliotek systemowych lub innych komponentów, które mogą nie być dostępne we wszystkich środowiskach docelowych testowanego systemu

Do typowych czynników ryzyka projektowego związanych z wdrożeniem należą:

- Problemy kadrowe, czyli trudności z pozyskaniem właściwych osób do pielęgnacji kodu
- Nieprawidłowe działanie TAS spowodowane dostarczeniem nowych produktów związanych z testowanym systemem
- Opóźnienia we wdrażaniu automatyzacji
- Opóźnienia w aktualizowaniu TAS stosownie do zmian wprowadzanych w testowanym systemie
- Brak możliwości rejestrowania przez TAS obiektów (niestandardowych), które powinny być z założenia objęte śledzeniem

Wśród potencjalnych przyczyn niepowodzenia projektu związanego z TAS można wymienić:

- Migrację do innego środowiska
- Wdrożenie w nowym środowisku docelowym
- Dostarczenie przez programistów nowego elementu

W powyższych przypadkach można zastosować kilka strategii łagodzenia ryzyka, które omówiono poniżej.

Rozwiązanie do automatyzacji testowania ma własny cykl życia — niezależnie od tego, czy jest tworzone przez organizację we własnym zakresie, czy też zostało nabyte od dostawcy. W związku z tym należy pamiętać, że rozwiązanie to (podobnie jak każde inne oprogramowanie) musi być objęte kontrolą wersji, a jego funkcje muszą być dokumentowane. W przeciwnym razie bardzo trudno będzie wdrażać poszczególne elementy TAS i zapewnić ich współdziałanie (bądź działanie w określonych środowiskach).

Ponadto, niezbędna jest udokumentowana, przejrzysta i łatwa do przestrzegania procedura wdrożeniowa. Procedura ta jest przypisana do konkretnej wersji rozwiązania, w związku z czym musi być również objęta kontrolą wersji.

Wyróżnia się dwa warianty wdrożenia TAS:

1. Wdrożenie początkowe
2. Wdrożenie związane z pielęgnacją (przeprowadzane w sytuacji, w której TAS już istnieje i wymaga wykonania czynności związanych z pielęgnacją)

Przed rozpoczęciem pierwszego wdrożenia TAS należy upewnić się, że rozwiązanie to działa prawidłowo we własnym środowisku, jest odporne na losowe zmiany oraz umożliwia aktualizowanie przypadków testowych i zarządzanie nimi. Zarówno TAS, jak i jego infrastruktura muszą być pielęgnowane.

W przypadku pierwszego wdrożenia należy wykonać następujące podstawowe kroki:

- Zdefiniować infrastrukturę, w której ma działać TAS
- Stworzyć infrastrukturę na potrzeby TAS
- Opracować procedurę utrzymania TAS i jego infrastruktury
- Opracować procedurę utrzymania zestawu testów, który będzie wykonywany za pomocą TAS

Poniżej opisano czynniki ryzyka związane z pierwszym wdrożeniem:

- Łączny czas wykonywania zestawu testów może być dłuższy niż planowany czas wykonywania cyklu testowego. W takim przypadku należy koniecznie zarezerwować odpowiednią ilość czasu pozwalającą wykonać cały zestaw testów przed rozpoczęciem kolejnego zaplanowanego cyklu testowego
- W środowisku testowym mogą wystąpić problemy instalacyjne i konfiguracyjne (związane np. z konfigurowaniem i początkowym ładowaniem bazy danych bądź uruchamianiem/zatrzymywaniem usług). Zasadniczo, TAS wymaga mechanizmu umożliwiającego sprawne konfigurowanie elementów niezbędnych do działania automatycznych przypadków testowych w środowisku testowym

W przypadku wdrożeń związanych z pielęgnacją należy uwzględnić dodatkowe czynniki. TAS musi stale się rozwijać, co wiąże się z koniecznością wdrażania aktualizacji w środowisku eksploatacyjnym. Przed przekazaniem zaktualizowanej wersji TAS do eksploatacji należy ją przetestować — tak samo, jak każde inne oprogramowanie. W związku z tym, konieczne jest sprawdzenie nowej funkcjonalności w celu potwierdzenia, że w zaktualizowanym TAS można uruchomić odpowiedni zestaw testów i wysyłać raporty, oraz że nie występują problemy wydajnościowe ani inne problemy związane z regresją funkcjonalną. W niektórych przypadkach może być konieczne zmodyfikowanie całego zestawu testów w celu dopasowania go do nowej wersji TAS.

W ramach wdrożenia związanego z utrzymaniem należy wykonać następujące kroki:

- Dokonać oceny zmian wprowadzonych w nowej wersji TAS w porównaniu ze starą wersją
- Przetestować TAS pod kątem nowej funkcjonalności i regresji
- Sprawdzić, czy zestaw testów wymaga dostosowania do nowej wersji TAS

Z aktualizacją wiążą się również następujące czynniki ryzyka i odpowiadające im działania służące łagodzeniu ryzyka:

- Konieczność zmodyfikowania zestawu testów w celu uruchomienia go w zaktualizowanym TAS. Należy wprowadzić w zestawie testów niezbędne zmiany, a następnie przetestować je przed wdrożeniem w TAS
- Konieczność zmiany zaślepek, sterowników i interfejsów używanych do testowania w celu dopasowania ich do zaktualizowanego TAS. Należy wprowadzić niezbędne zmiany w jarzmie testowym, a następnie przetestować je przed wdrożeniem w TAS
- Konieczność zmiany infrastruktury na potrzeby zaktualizowanego TAS. Należy dokonać oceny komponentów infrastruktury, które wymagają zmiany, a następnie wprowadzić niezbędne zmiany i przetestować je w połączeniu ze zaktualizowanym TAS
- Dodatkowe defekty lub problemy wydajnościowe w zaktualizowanym TAS. Należy przeprowadzić analizę czynników ryzyka i korzyści. Jeśli okaże się, że wykryte problemy uniemożliwiają aktualizację TAS, najlepszym wyjściem może być rezygnacja z aktualizacji lub poczekanie na następną wersję TAS. Jeśli jednak powyższe problemy mają znikome znaczenie w porównaniu z potencjalnymi korzyściami, można dokonać aktualizacji TAS. W takim przypadku należy koniecznie przygotować opis wydania zawierający informację o znanych problemach, a także powiadomić inżynierów automatyzacji testowania i innych interesariuszy oraz postarać się uzyskać przewidywany termin rozwiązania problemów

4.3 Utrzymanie mechanizmów automatyzacji testowania

Tworzenie rozwiązań do automatyzacji testowania (TAS) nie jest rzeczą prostą. Rozwiązania takie muszą mieć budowę modułową, a do tego muszą być skalowalne, zrozumiałe, niezawodne i testowalne. Sprawę dodatkowo komplikuje fakt, że rozwiązania tego typu — podobnie jak inne systemy oprogramowania — muszą stale się rozwijać. Z tego powodu ważnym aspektem projektowania architektury TAS jest pielęgnacja

— niezależnie od tego, czy aktualizacje wynikają ze zmian wewnętrznych czy zmian w środowisku pracy. Aktualizacje TAS polegające na dostosowywaniu go do nowych typów testowanych systemów, wprowadzaniu obsługi nowych środowisk oprogramowania bądź zapewnianiu zgodności z nowymi przepisami prawa pomagają zagwarantować niezawodne i bezpieczne działanie, a także zoptymalizować wydajność i czas eksploatacji.

4.3.1 Rodzaje pielęgnacji

Czynności związane z utrzymaniem wykonuje się w odniesieniu do istniejącego, działającego TAS w związku z modyfikacją, migracją lub wycofaniem testowanego systemu. Pielęgnację można podzielić na następujące kategorie:

- Pielęgnacja prewencyjna. Zmiany wprowadzane w TAS mają na celu obsługę dodatkowych typów testów, wykonywanie testów przy użyciu wielu interfejsów, testowanie wielu wersji testowanego systemu bądź zautomatyzowanie testowania nowego systemu
- Pielęgnacja naprawcza. Zmiany są wprowadzane w celu usunięcia awarii występujących w TAS. Najlepszą metodą utrzymania aktualnie eksploatowanego TAS (pozwalającą zmniejszyć ryzyko związane z jego użytkowaniem) jest wykonywanie regularnych testów utrzymaniowych.
- Pielęgnacja doskonaląca. Proces ten obejmuje optymalizowanie TAS i rozwiązywanie problemów w obszarach niefunkcjonalnych. Wykonywane działania mogą dotyczyć wydajności, użyteczności, odporności lub niezawodności rozwiązania
- Pielęgnacja adaptacyjna. W miarę wprowadzania na rynek nowych systemów oprogramowania (tj. systemów operacyjnych, systemów zarządzania baz danych, przeglądarek internetowych itd.) może być konieczne zmodyfikowanie TAS pod kątem ich obsługi. Ponadto, może zajść potrzeba zapewnienia zgodności TAS z nowymi przepisami prawa bądź wymaganiami branżowymi, co wiąże się z wprowadzeniem w tym rozwiązaniu odpowiednich zmian. Uwaga: w celu zapewnienia zgodności z przepisami zwykle konieczne jest wykonywanie obowiązkowych czynności związanych z pielęgnacją, które podlegają określonym zasadom i wymaganiom, a niekiedy są również objęte obowiązkiem przeprowadzenia audytu. Ponadto, w związku z aktualizacją i tworzeniem nowych wersji narzędzi integrujących konieczne jest utrzymanie i zapewnienie nieprzerwanego działania narzędzia w miejscach integracji z innymi narzędziami oraz systemami

4.3.2 Zakres i podejście

Utrzymanie jest procesem, który może wpływać na wszystkie warstwy i komponenty TAS. Jego zakres zależy od:

- Wielkości i złożoności TAS
- Wielkości wprowadzanych zmian
- Ryzyka związanego ze zmianami

Z uwagi na to, że utrzymanie dotyczy aktualnie eksploatowanego TAS, konieczne jest przeprowadzenie analizy wpływu mającej na celu ustalenie, w jaki sposób wprowadzane zmiany mogą wpłynąć na funkcjonowanie systemu. Zależnie od szacowanego wpływu, może zajść potrzeba wprowadzania zmian metodą przyrostową i przeprowadzania testów po zakończeniu każdego kroku w celu zagwarantowania nieprzerwanej pracy TAS. Uwaga: pielęgnacja TAS może być trudna w przypadku korzystania z nieaktualnych specyfikacji i dokumentacji.

Efektywne wykorzystanie czasu jest głównym czynnikiem sukcesu automatyzacji testowania, dlatego niezwykle ważne jest stosowanie dobrych praktyk w dziedzinie utrzymania TAS. Poniżej wymieniono kilka ważnych zasad:

- Należy jednoznacznie określić i udokumentować procedury dotyczące wdrażania i użytkowania TAS
- Należy udokumentować zależności od produktów innych firm, w tym wynikające z nich utrudnienia i zidentyfikowane wcześniej problemy
- TAS musi mieć budowę modułową umożliwiającą łatwą wymianę poszczególnych elementów
- TAS musi działać w środowisku, które można zastąpić innym środowiskiem lub które składa się z wymiennych komponentów
- TAS musi umożliwiać oddzielenie skryptów testowych od struktury automatyzacji testowania (TAF)
- TAS musi działać niezależnie od środowiska programistycznego, tak aby zmiany w TAS nie wpływały niekorzystnie na środowisko testowe
- TAS wraz z całym środowiskiem, zestawem testów i testaliami musi być objęte procesem zarządzania konfiguracją

Należy również wziąć pod uwagę uwarunkowania związane z utrzymaniem komponentów innych firm oraz innych bibliotek, które wymieniono poniżej:

- TAS bardzo często wykorzystuje do wykonywania testów komponenty innych firm. Ponadto, działanie TAS może być uzależnione od bibliotek innych firm (np. bibliotek automatyzacji interfejsu użytkownika). W związku z tym, wszystkie komponenty innych firm wchodzące w skład rozwiązania muszą być udokumentowane i objęte procesem zarządzania konfiguracją
- Niezbędne jest opracowanie planu na wypadek konieczności zmodyfikowania lub skorygowania komponentów innych firm. W związku z tym, osoba odpowiedzialna za utrzymanie TAS musi wiedzieć, z kim należy się w takiej sytuacji skontaktować lub gdzie należy zgłosić problem
- Niezbędna jest dokumentacja dotycząca licencji, na podstawie których są wykorzystywane komponenty innych firm, zawierająca informacje o tym, czy komponenty te mogą być modyfikowane, a jeśli tak, to w jakim stopniu i przez kogo
- Należy na bieżąco pozyskiwać informacje o aktualizacjach i nowych wersjach wszystkich komponentów innych firm. Ciągła aktualizacja komponentów i bibliotek dostarczanych przez inne firmy jest działaniem prewencyjnym przynoszącym długofalowe korzyści

W zakresie standardów nazewnictwa i innych konwencji należy wziąć pod uwagę następujące uwarunkowania:

- Cel stosowania standardów nazewnictwa i innych konwencji jest bardzo prosty: zestaw testów i TAS muszą być czytelne, zrozumiałe i łatwe w pielęgnacji, a także muszą umożliwiać łatwe wprowadzanie zmian. Dzięki temu można zaoszczędzić czas w procesie pielęgnacji oraz zminimalizować ryzyko regresji lub wprowadzenia niewłaściwych poprawek
- Stosowanie standardowych konwencji nazewnictwa ułatwia włączanie nowych osób do projektu automatyzacji testowania
- Standardy nazewnictwa mogą dotyczyć zmiennych i plików, scenariuszy testowych, słów kluczowych oraz parametrów słów kluczowych. Oprócz tego można stosować inne konwencje dotyczące na przykład wymagań początkowych i działań podejmowanych po wykonaniu testów, zawartości danych testowych, środowiska testowego, statusu wykonywania testów oraz dzienników i raportów dotyczących wykonania testów
- Wszystkie standardy oraz konwencje należy uzgodnić i udokumentować na początku projektu automatyzacji testowania

W przypadku dokumentacji należy pamiętać między innymi o następujących zasadach:

- Konieczność posiadania dobrej i aktualnej dokumentacji dotyczącej zarówno scenariuszy testowych, jak i TAS jest rzeczą oczywistą, jednak wiążą się z tym dwa problemy: potrzebny jest ktoś, kto taką dokumentację opracuje, oraz ktoś, kto będzie ją aktualizować
- Kod narzędzia testowego może być dokumentowany automatycznie lub półautomatycznie, jednak nadal niezbędny jest ktoś, kto udokumentuje wszystkie materiały projektowe, komponenty, mechanizmy integracji z produktami innych firm, zależności oraz procedury wdrożeniowe
- Zaleca się włączenie opracowywania dokumentacji do procesu wytwarzania oprogramowania. Oznacza to, że poszczególne zadania można uznać za ukończone dopiero po ich udokumentowaniu lub zaktualizowaniu istniejącej dokumentacji

W przypadku materiałów szkoleniowych obowiązują między innymi następujące zasady:

- Dobrze napisana dokumentacja TAS może być podstawą do opracowania materiałów szkoleniowych dotyczących tego rozwiązania
- Materiały szkoleniowe powinny zawierać informacje na temat specyfikacji funkcjonalnych TAS, projektu i architektury TAS, wdrożenia i utrzymania TAS oraz użytkowania TAS (instrukcja obsługi), a także praktyczne przykłady i ćwiczenia oraz porady i wskazówki
- Pielęgnacja materiałów szkoleniowych obejmuje ich opracowanie, a następnie okresową weryfikację. W praktyce zajmują się tym członkowie zespołu wyznaczeni na trenerów w dziedzinie TAS, a aktualizacja odbywa się najczęściej pod koniec danej iteracji cyklu życia testowanego systemu (na przykład na zakończenie każdego sprintu)

5. Raporty i miary dotyczące automatyzacji testowania — 165 min

Słowa kluczowe
gęstość defektów w kodzie automatycznym, logowanie testu, pokrycie, macierz śledzenia, miara, raportowanie testów, równoważnik pracochłonności testowania manualnego

Cele nauczania — raporty i miary dotyczące automatyzacji testowania

5.1 Wybór miar dotyczących rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)

ALTA-E-5.1.1 (K2) Kandydat potrafi sklasyfikować miary, które mogą służyć do monitorowania strategii automatyzacji testowania i skuteczności automatyzacji.

5.2 Implementacja pomiarów

ALTA-E-5.2.1 (K3) Kandydat potrafi zaimplementować metody zbierania miar umożliwiające spełnienie wymagań technicznych i wymagań w dziedzinie zarządzania oraz wyjaśnić, w jaki sposób można zaimplementować pomiar automatyzacji testowania.

5.3 Rejestrowanie danych dotyczących rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) i testowanego systemu

ALTA-E-5.3.1 (K4) Kandydat potrafi przeanalizować sposób rejestrowania danych związanych z testami w rozwiązaniu do automatyzacji testowania (TAS) i testowanym systemie.

5.4 Raportowanie na temat automatyzacji testowania

ALTA-E-5.4.1 (K2) Kandydat potrafi wyjaśnić, w jaki sposób należy skonstruować i opublikować raport z wykonania testów.

5.1 Wybór miar dotyczących rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)

W tym podrozdziale skoncentrowano się na miarach, które mogą służyć do monitorowania strategii automatyzacji testowania oraz skuteczności i efektywności rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS). Miary te są niezależne od miar związanych z testowanym systemem, które służą do monitorowania tego systemu oraz przebiegu jego testowania (funkcjonalnego i niefunkcjonalnego). Wyboru miar dokonuje kierownik testów na szczeblu całego projektu. Miary dotyczące automatyzacji testowania umożliwiają kierownikowi ds. automatyzacji testowania (TAM) i inżynierowi automatyzacji testowania (TAE) śledzenie postępów w realizacji celów automatyzacji testowania oraz monitorowanie skutków zmian wprowadzanych w TAS.

Miary dotyczące TAS można podzielić na dwie kategorie: miary zewnętrzne i miary wewnętrzne. Miary zewnętrzne służą do pomiaru wpływu TAS na inne działania (zwłaszcza na czynności testowe), a miary wewnętrzne — do pomiaru skuteczności i efektywności realizacji celów TAS.

Poniżej wymieniono typowe miary dotyczące TAS:

- Miary zewnętrzne dotyczące TAS
  - Korzyści z automatyzacji
  - Nakład pracy na budowanie testów automatycznych
  - Nakład pracy na analizowanie incydentów związanych z testami automatycznymi
  - Nakład pracy na pielęgnację testów automatycznych
  - Stosunek liczby awarii do liczby defektów
  - Czas wykonywania testów automatycznych
  - Liczba automatycznych przypadków testowych
  - Liczba rezultatów zaliczonych i niezaliczonych
  - Liczba rezultatów fałszywie zaliczonych i fałszywie niezaliczonych
  - Pokrycie kodu
- Miary wewnętrzne dotyczące TAS
  - Miary dotyczące skryptów narzędzi
  - Gęstość defektów w kodzie automatycznym
  - Szybkość i efektywność komponentów TAS

Poniżej opisano dokładniej poszczególne kategorie.

Korzyści z automatyzacji
Pomiar i wykazywanie korzyści wynikających z zastosowania TAS są niezwykle istotne. Wynika to z faktu, że o ile koszty (wyrażone liczbą osób zaangażowanych w projekt w danym okresie) są dobrze widoczne, przez co osoby nieuczestniczące w testowaniu mogą łatwo wyrobić sobie pojęcie o ogólnych wydatkach, o tyle uzyskane korzyści nie są już tak oczywiste.

Dobór miar służących do określania korzyści zależy od celu danego TAS. Wśród typowych korzyści można wymienić zmniejszenie czaso- lub pracochłonności testowania, zwiększenie ilości testowania (tj. szerokości/głębokości pokrycia lub częstotliwości wykonywania testów), zwiększenie powtarzalności, lepsze wykorzystanie zasobów czy zmniejszenie liczby błędów związanych z czynnościami wykonywanymi manualnie. Mierzyć można między innymi:

- Zmniejszenie nakładu pracy na testowanie manualne (wyrażone liczbą godzin)
- Zmniejszenie czasochłonności testowania regresywnego
- Liczbę dodatkowych cykli wykonywania testów
- Liczbowy lub procentowy wzrost liczby wykonywanych testów
- Udział procentowy automatycznych przypadków testowych w całym zbiorze przypadków testowych (z zastrzeżeniem, że porównywanie manualnychi automatycznych przypadków testowych nie jest łatwe)
- Wzrost pokrycia (wymagań, funkcjonalności, strukturalnego)
- Liczbę defektów wykrytych na wcześniejszym etapie dzięki TAS (jeśli znane są średnie korzyści wynikające z wcześniejszego wykrycia defektów, można na tej podstawie wyliczyć łączne koszty, których dzięki temu uniknięto)
- Liczbę defektów wykrytych dzięki TAS, które nie zostałyby wykryte w ramach testowania manualnego (np. defektów związanych z niezawodnością)

Należy również zaznaczyć, że automatyzacja testowania pozwala zwykle zmniejszyć nakłady pracy związane z testowaniem manualnym, a zwolnione w ten sposób zasoby można skierować do wykonywania innego rodzaju testów (także manualnych), na przykład do testowania eksploracyjnego. Defekty wykryte dzięki takim

dodatkowym testom można również zaliczyć do korzyści pośrednich wynikających z zastosowania TAS, ponieważ ich wykonanie stało się możliwe dzięki automatyzacji testowania (gdyby nie TAS, testy te nie zostałyby wykonane, a tym samym nie udałoby się wykryć dodatkowych defektów).

Nakład pracy na budowanie testów automatycznych
Nakład pracy na tworzenie testów automatycznych jest jednym z najważniejszych składników kosztów związanych z automatyzacją testowania. Koszt automatyzacji jest często wyższy niż koszt manualnego wykonywania tych samych testów, co może być przeszkodą w rozszerzaniu zasięgu automatyzacji. O ile koszt implementacji konkretnego testu automatycznego zależy w dużej mierze od samego testu, o tyle należy również uwzględnić inne czynniki, takie jak przyjęte podejście do tworzenia skryptów, znajomość narzędzia testowego, środowisko czy poziom umiejętności inżyniera automatyzacji testowania.

Zautomatyzowanie większych lub bardziej złożonych testów trwa zwykle dłużej niż zautomatyzowanie testów krótszych lub prostszych, dlatego do obliczania kosztów automatyzacji testowania można wykorzystać średni czas budowania testu. Aby uzyskać bardziej precyzyjne wyliczenia, można dodatkowo uwzględnić średni koszt dotyczący konkretnego zbioru testów (obejmującego, na przykład, testy dotyczące tej samej funkcji lub wykonywane na tym samym poziomie testów). Innym rozwiązaniem jest wyrażenie kosztów tworzenia testów przy użyciu wskaźnika określającego nakład pracy niezbędny do manualnego wykonania danego testu (tzw. równoważnik pracochłonności testowania manualnego — EMTE). W ten sposób można na przykład stwierdzić, że zautomatyzowanie danego przypadku testowego jest dwa razy bardziej pracochłonne niż wykonanie go manualnie (2 EMTE).

Nakład pracy na analizowanie awarii testowanego systemu
Analizowanie awarii testowanego systemu wykrytych podczas wykonywania testów automatycznych może być dużo bardziej skomplikowane niż w przypadku testów wykonywanych manualnie, ponieważ zdarzenia prowadzące do awarii w teście manualnymsą zwykle znane wykonującemu go testerowi (problem ten można częściowo ograniczyć na poziomie projektowania w sposób opisany w punkcie 3.1.4 oraz na poziomie raportowania w sposób opisany w podrozdziałach 5.3 i 5.4). Nakład pracy w tym obszarze można wyrazić przy użyciu średniej wartości w przeliczeniu na każdy niezaliczony przypadek testowy lub przy użyciu współczynnika EMTE. To drugie rozwiązanie sprawdza się zwłaszcza w sytuacji, w której testy automatyczne różnią się znacznie złożonością i czasem wykonywania.

Niezwykle istotną rolę w analizowaniu awarii odgrywają funkcje rejestrowania danych dostępne w testowanym systemie i TAS. Funkcje te powinny dostarczać informacji wystarczających do efektywnego przeprowadzenia analizy. W przypadku rejestrowania danych ważne jest:

- Zsynchronizowanie procesów rejestrowania danych w testowanym systemie i TAS
- Rejestrowanie przez TAS oczekiwanego i rzeczywistego zachowania
- Rejestrowanie przez TAS czynności, które mają zostać wykonane

Z kolei po stronie testowanego systemu należy rejestrować wszystkie wykonywane czynności (bez względu na to, czy wynikają one z testowania manualnego czy automatycznego). Ponadto zaleca się rejestrowanie wszelkich błędów wewnętrznych oraz udostępnianie ewentualnych zrzutów awaryjnych i śladów stosu.

Nakład pracy na pielęgnację testów automatycznych
Nakład pracy niezbędny do ciągłego synchronizowania testów automatycznych z testowanym systemem może być bardzo duży, a w ostatecznym rozrachunku nawet przeważyć nad korzyściami wynikającymi z zastosowania TAS. Było to przyczyną niepowodzenia wielu przedsięwzięć związanych z automatyzacją. Dlatego monitorowanie pracochłonności pielęgnacji jest ważnym procesem, który pozwala zasygnalizować konieczność podjęcia odpowiednich kroków w celu zmniejszenia nakładów pracy lub przynajmniej ograniczenia ich niekontrolowanego wzrostu.

Miarą nakładu pracy związanego z pielęgnacją może być łączna pracochłonność pielęgnacji wszystkich testów automatycznych, które wymagają aktualizacji w związku z każdą nową wersją testowanego systemu. Oprócz tego można posłużyć się średnią wartością w przeliczeniu na każdy zaktualizowany test automatyczny lub współczynnikiem EMTE.

Miarą pokrewną jest liczba lub odsetek testów, w przypadku których niezbędne jest wykonanie prac związanych pielęgnacją.

Wiedza na temat pracochłonności testów automatycznych (lub możliwość wyznaczenia tej wielkości w sposób pośredni) może odegrać istotną rolę przy podejmowaniu decyzji o zaimplementowaniu/niezaimplementowaniu określonych funkcji bądź o usunięciu/nieusunięciu określonego defektu. Nakład pracy niezbędny do zaktualizowania przypadku testowego w związku z modyfikacją oprogramowania należy rozpatrywać łącznie z tą modyfikacją.

Stosunek liczby awarii do liczby defektów
Powszechnym problemem związanym z testami automatycznymi jest fakt, że wiele z nich kończy się niepowodzeniem z tego samego powodu: na skutek pojedynczego defektu w oprogramowaniu. Testy mają oczywiście na celu wskazanie słabych punktów oprogramowania, ale wykrywanie tego samego defektu przez kilka testów jest nieekonomiczne — zwłaszcza w przypadku testów automatycznych, gdzie nakład pracy związany z analizą każdego niezaliczonego testu może być znaczny. Pomiar liczby testów automatycznych, które kończą się niepowodzeniem na skutek określonego defektu, może pomóc zidentyfikować sytuacje, w których może wystąpić tego rodzaju problem. Rozwiązaniem jest wówczas właściwe zaprojektowanie testów automatycznych i właściwy dobór wykonywanych testów.

Czas wykonywania testów automatycznych
Jedną z łatwiejszych do określenia miar jest czas potrzebny do wykonania testów automatycznych. Na początkowym etapie eksploatacji TAS może to być mniej istotne, ale wraz ze wzrostem liczby automatycznych przypadków testowych miara ta może nabrać stosunkowo dużego znaczenia.

Liczba automatycznych przypadków testowych
Miara ta może posłużyć do określenia postępu realizacji projektu automatyzacji testowania. Należy jednak wziąć pod uwagę to, że sama liczba automatycznych przypadków testowych nie dostarcza zbyt wielu informacji (na przykład, nie wskazuje, czy wzrosło pokrycie testowe).

Liczba testów zaliczonych i niezaliczonych
Jest to powszechnie stosowana miara, która służy do śledzenia liczby zaliczonych testów oraz testów, w przypadku których nie osiągnięto oczekiwanego rezultatu. Każdy rezultat niezaliczony należy przeanalizować, aby ustalić, czy test nie został zaliczony na skutek defektu w testowanym systemie, czy też w wyniku problemów zewnętrznych, takich jak nieprawidłowe działanie środowiska lub samego TAS.

Liczba rezultatów fałszywie zaliczonych i fałszywie niezaliczonych
Jak już wspomniano przy kilku poprzednich miarach, analizowanie niezaliczonych testów może być dość czasochłonne. Sytuacja jest tym bardziej frustrująca, gdy okazuje się, że mamy do czynienia z fałszywym alarmem. Dzieje się tak, jeśli problem leży po stronie TAS lub przypadku testowego, a nie po stronie testowanego systemu. Nie ulega zatem wątpliwości, że liczbę fałszywych alarmów (wiążących się potencjalnie ze zbędnymi nakładami pracy) należy utrzymywać na jak najniższym poziomie. Rezultaty fałszywie niezaliczone mogą powodować spadek zaufania do TAS, ale to rezultaty fałszywie zaliczone mogą okazać się groźniejsze. Rezultat fałszywie zaliczony oznacza, że w testowanym systemie wystąpiła awaria, ale nie została ona zidentyfikowana przez mechanizm automatyzacji testowania, przez co zgłoszony został rezultat pozytywny. W takim przypadku potencjalny defekt może pozostać niewykryty. Przyczyną może być nieprawidłowa weryfikacja wyniku, zastosowanie niepoprawnej wyroczni testowej lub nieprawidłowe określenie oczekiwanego rezultatu w przypadku testowym.

Należy pamiętać, że fałszywe alarmy mogą być spowodowane zarówno defektami w kodzie testowym (patrz miara „Gęstość defektów w kodzie automatycznym”), jak i nieprzewidywalnym zachowaniem niestabilnego testowanego systemu (np. przekroczeniem limitu czasu). Z uwagi na wysoki poziom wpływu przyczyną fałszywych alarmów mogą być również punkty zaczepienia testów.

Pokrycie kodu
Określenie pokrycia kodu testowanego systemu przez poszczególne przypadki testowe pozwala uzyskać przydatne informacje. Parametr ten można również mierzyć na wysokim poziomie, na przykład w kategoriach pokrycia kodu przez zestaw testów regresyjnych. Nie istnieje przy tym jedna wartość procentowa wskazująca na wystarczające pokrycie, a pokrycie na poziomie 100% kodu jest osiągalne jedynie w najprostszych aplikacjach. Powszechnie uznaje się jednak, że większe pokrycie jest korzystne, ponieważ ogranicza ogólne ryzyko związane z wdrożeniem oprogramowania. Miara ta może również sygnalizować wykonanie określonych czynności w testowanym systemie — na przykład spadek pokrycia kodu oznacza, że do systemu dodano najprawdopodobniej kolejne funkcje, a do zestawu testów automatycznych nie dodano jeszcze odpowiedniego przypadku testowego.

Miary dotyczące skryptów narzędzi
Istnieje wiele miar umożliwiających monitorowanie procesu tworzenia skryptów automatyzacji, przy czym w większości są one podobne do miar stosowanych w odniesieniu do kodu źródłowego testowanego systemu. Na przykład, liczba linii kodu i złożoność cyklomatyczna pozwalają zidentyfikować nadmiernie rozbudowane lub skomplikowane skrypty (mogące wymagać przeprojektowania).

Stosunek liczby komentarzy do liczby instrukcji wykonywalnych może pomóc w określeniu zakresu niezbędnej dokumentacji i adnotacji skryptu, a liczba niezgodności ze standardami dotyczącymi tworzenia skryptów wskazuje, na ile przestrzegane są obowiązujące zasady.

Gęstość defektów w kodzie automatyzacji
Podobnie jak kod testowanego systemu, kod zautomatyzowanych testów również stanowi oprogramowanie i może zawierać defekty, w związku z czym nie powinien być traktowany jako mniej ważny niż kod testowanego systemu. Oznacza to, że również w tym przypadku należy stosować dobre praktyki i standardy dotyczące tworzenia kodu oraz monitorować rezultaty przy użyciu odpowiednich miar, takich jak gęstość defektów w kodzie. Zbieranie miar jest łatwiejsze w przypadku korzystania z systemu zarządzania konfiguracją.

Szybkość i efektywność komponentów TAS
Różne czasy wykonania tych samych kroków testów w tym samym środowisku mogą sygnalizować problem po stronie testowanego systemu. Jeśli testowany system nie wykonuje tych samych funkcji w tym samym czasie, należy podjąć działania wyjaśniające. Objawy te mogą wskazywać na zmienność parametrów systemu, która jest nie do przyjęcia i może jeszcze pogłębić się pod zwiększonym obciążeniem. Trzeba jednocześnie zaznaczyć, że wydajność TAS musi być na tyle duża, aby działanie rozwiązania nie wpływało negatywnie na wydajność testowanego systemu. Jeśli duża wydajność jest krytycznym wymogiem stawianym testowanemu systemowi, należy to uwzględnić przy projektowaniu TAS.

Miary dotyczące trendów
W przypadku wielu opisanych powyżej miar cenniejsze od konkretnych wartości chwilowych mogą być zaobserwowane trendy, czyli sposób, w jaki wartości te zmieniają się w czasie. Na przykład informacja o tym, że średni koszt utrzymania w przeliczeniu na każdy test automatyczny wymagający aktualizacji jest wyższy niż w przypadku poprzednich dwóch wersji testowanego systemu, pozwala podjąć działania mające na celu ustalenie przyczyn wzrostu kosztów i odwrócenie niekorzystnego trendu.

Koszt pomiaru powinien być jak najniższy, co często można osiągnąć poprzez zautomatyzowanie procesów zbierania danych i raportowania.

5.2 Implementacja pomiarów

Z uwagi na to, że testalia do testów automatycznych stanowią serce strategii automatyzacji testowania, ich funkcjonalność można rozszerzyć o rejestrowanie informacji na temat stosowania tej strategii. Co więcej, dzięki połączeniu abstrakcji z ustrukturyzowanymi testaliami wszelkie udoskonalenia wprowadzane w bazowych testaliach mogą być wykorzystywane przez wszystkie skrypty testów automatycznych wyższego poziomu. Przykładem takiego udoskonalenia mającego potencjalnie zastosowanie do wszystkich testów jest wprowadzenie w bazowych testaliach funkcji rejestrowania czasu rozpoczęcia i zakończenia testu.

Funkcje automatyzacji wspomagające dokonywanie pomiarów i generowanie raportów
Aby ułatwić dokonywanie pomiarów i raportowanie, języki skryptowe używane w wielu narzędziach testowych oferują mechanizmy umożliwiające zapisywanie i rejestrowanie informacji przed wykonaniem, podczas wykonywania i po wykonaniu pojedynczych testów, zbiorów testów lub całego zestawu testów.

Narzędzia służące do raportowania na temat poszczególnych przebiegów testów w serii muszą być wyposażone w funkcję analizy, która uwzględnia rezultaty poprzednich przebiegów testów i pozwala określić na tej podstawie trendy związane na przykład ze zmianą wskaźnika powodzenia testów.

Automatyzacja testowania wymaga zwykle zautomatyzowania zarówno wykonywania testów, jak i weryfikacji wyników tych testów, przy czym w tym drugim przypadku odbywa się to poprzez porównywanie określonych elementów wyniku testu ze zdefiniowanym wcześniej oczekiwanym wynikiem. Do przeprowadzania tego typu porównań najlepiej nadaje się narzędzie testowe (należy wziąć pod uwagę poziom informacji raportowanych w wyniku porównania). Kolejną ważną kwestią jest prawidłowe określenie statusu testu (np. zaliczony lub niezaliczony), ponieważ w przypadku niezaliczenia testu wymagane będą dodatkowe informacje na temat przyczyny niepowodzenia (np. zrzuty ekranu).

Rozpoznanie spodziewanych i niespodziewanych różnic między rzeczywistym a oczekiwanym wynikiem testu nie zawsze jest rzeczą prostą, ale narzędzia mogą bardzo pomóc w zdefiniowaniu porównań, które ignorują spodziewane różnice (dotyczące np. daty i godziny), a wyróżniają różnice nieoczekiwane.

Integracja z narzędziami innych firm (arkuszami kalkulacyjnymi, plikami XML, dokumentami, bazami danych, narzędziami do raportowania itd.)
Jeśli informacje uzyskane podczas wykonywania automatycznych przypadków testowych mają być używane w innych narzędziach (do celów związanych ze śledzeniem i raportowaniem, np. do aktualizowania macierzy śledzenia), można je udostępnić w formacie odpowiednim dla narzędzi innych firm. Często wykorzystuje się

do tego istniejące funkcje narzędzi (formaty eksportu do raportowania) lub tworzy się niestandardowe mechanizmy raportowania, które generują dane wyjściowe w formacie dostosowanym do potrzeb innych programów („.xls" w przypadku programu Excel, „.doc" w przypadku programu Word, „.html" w przypadku przeglądarek internetowych itd.).

Wizualizacja rezultatów
Rezultaty testów powinny być prezentowane w formie wykresów. Warto przy tym zastanowić się nad użyciem różnych kolorów do sygnalizowania problemów związanych z wykonywaniem testów, na przykład sygnalizatorów świetlnych wskazujących postęp wykonywania/automatyzacji testów, ponieważ ułatwi to podejmowanie decyzji na podstawie informacji zawartych w raportach. Menedżerowie szczególnie cenią sobie podsumowania wizualne, które pozwalają na pierwszy rzut oka ocenić rezultaty testów (jeśli zajdzie potrzeba, zawsze można przejść do bardziej szczegółowych informacji).

5.3 Rejestrowanie danych dotyczących rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) i testowanego systemu

Bardzo ważnym aspektem rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) jest rejestrowanie danych dotyczących zarówno samej automatyzacji testowania, jak i testowanego systemu. Dzienniki testów są źródłem informacji, do którego często sięga się w celu przeanalizowania potencjalnych problemów. Poniżej przedstawiono przykłady informacji rejestrowanych w związku z testami — osobno w odniesieniu do TAS i testowanego systemu.

Rejestrowanie po stronie TAS (to, czy informacje są rejestrowane na poziomie TAF, czy też na poziomie przypadków testowych, nie jest szczególnie istotne i zależy od kontekstu):

- Należy rejestrować informacje o tym, który przypadek testowy jest aktualnie wykonywany (z uwzględnieniem czasu rozpoczęcia i zakończenia)
- Należy rejestrować status wykonania przypadku testowego. Niezaliczone testy można łatwo zidentyfikować w dziennikach testów, ale informacje na ten temat powinny być również dostępne na poziomie struktury automatyzacji testów i raportowane za pośrednictwem tablicy rozdzielczej. Status wykonania przypadku testowego może mieć wartość „zaliczony", „niezaliczony" lub „błąd TAS", przy czym ta ostatnia wartość jest stosowana, jeśli przyczyna problemu nie leży po stronie testowanego systemu
- Szczegóły dziennika testów, w tym informacje o czasach wykonania, należy rejestrować na wysokim poziomie (rejestrowanie istotnych kroków)
- Należy rejestrować informacje dynamiczne na temat testowanego systemu (dotyczące np. wycieków pamięci), które udało się zidentyfikować w ramach przypadku testowego z pomocą narzędzi innych firm. Rzeczywiste rezultaty i niepowodzenia pomiarów dynamicznych należy rejestrować razem z przypadkiem testowym, który był wykonywany w momencie wykrycia incydentu
- W przypadku testowania niezawodności lub testowania przeciążającego (w ramach którego wykonywanych jest wiele cykli) należy rejestrować wartość licznika, co pozwoli łatwo ustalić, ile razy zostały wykonane przypadki testowe
- Jeśli przypadki testowe zawierają elementy losowe (np. parametry losowe lub kroki losowe w przypadku testowania z użyciem automatu stanów), należy rejestrować wartości takich liczb/parametrów losowych
- Wszystkie akcje wykonywane w ramach przypadku testowego należy rejestrować w taki sposób, aby było możliwe odtworzenie pliku dziennika (lub jego fragmentów) w celu ponownego wykonania testu z użyciem tych samych kroków i z zachowaniem tych samych parametrów czasowych. Pozwoli to sprawdzić, czy istnieje możliwość odtworzenia zidentyfikowanej awarii, a także pozyskać dodatkowe informacje. Informacje o akcjach wykonywanych w ramach przypadku testowego można również rejestrować w testowanym systemie i wykorzystywać do odtwarzania problemów zidentyfikowanych przez klienta (w takim przypadku klient uruchamia scenariusz, a w dzienniku są zapisywane informacje, które zespół programistyczny może następnie odtworzyć podczas diagnozowania problemu)
- Podczas wykonywania testów można zapisywać zrzuty ekranu i inne informacje wizualne przeznaczone do dalszego wykorzystania na etapie analizy awarii
- Rozwiązanie do automatyzacji testowania powinno zagwarantować, że w momencie wykrycia przez przypadek testowy każdej awarii zostaną udostępnione lub zapisane wszelkie informacje niezbędne do przeanalizowania problemu oraz ewentualne informacje dotyczące kontynuacji testowania. Ponadto, wskazane jest zapisywanie przez TAS w bezpiecznym miejscu wszelkich związanych z tym zrzutów awaryjnych i śladów stosu. Z myślą o późniejszej analizie, w to samo miejsce powinny być

również kopiowane pliki dzienników, które mogłyby zostać nadpisane (do obsługi plików dzienników po stronie testowanego systemu są często używane bufory cykliczne)
- Poszczególne typy rejestrowanych informacji można wyróżniać kolorami (np. błędy kolorem czerwonym, a informacje o postępie -- kolorem zielonym)

Rejestrowanie po stronie testowanego systemu:
- Gdy testowany system zidentyfikuje problem, należy zarejestrować wszelkie informacje niezbędne do jego przeanalizowania, w tym znaczniki daty i godziny, informacje o źródle problemu, komunikaty o błędach itd.
- Testowany system może rejestrować całość interakcji z użytkownikami (zarówno bezpośrednio przy użyciu dostępnego interfejsu użytkownika, jak i za pośrednictwem interfejsów sieciowych itd.). Dzięki temu problemy zidentyfikowane przez klientów mogą zostać prawidłowo przeanalizowane, a programiści mogą podjąć próbę ich odtworzenia
- W momencie uruchomienia systemu należy zarejestrować w pliku informacje konfiguracyjne, w tym informacje o poszczególnych wersjach oprogramowania (łącznie z oprogramowaniem układowym), konfiguracji testowanego system, konfiguracji systemu operacyjnego itd.

Należy również zadbać o możliwość łatwego przeszukiwania wszystkich zarejestrowanych informacji. Problem zidentyfikowany w pliku dziennika po stronie TAS powinien być łatwy do zidentyfikowania w pliku dziennika testowanego systemu i odwrotnie (przy użyciu dodatkowych narzędzi lub bez ich użycia). Ponadto ważna jest możliwość synchronizacji poszczególnych dzienników przy użyciu znaczników czasu, co ułatwia korelację zdarzeń, które miały miejsce w momencie zgłoszenia błędu.

5.4 Raportowanie na temat automatyzacji testowania

Dzienniki testów dostarczają szczegółowych informacji na temat kroków wykonywania testów oraz akcji i odpowiedzi związanych z przypadkiem testowym i/lub zestawem testów. Na podstawie samych dzienników nie można jednak uzyskać szerokiego obrazu ogólnych rezultatów wykonania testów, ponieważ do tego potrzebne są funkcje raportowania. Po każdym wykonaniu zestawu testów musi zostać utworzony i opublikowany zwięzły raport. Można w tym celu wykorzystać komponent generatora raportów wielokrotnego użytku.

Treść raportów
Raport z wykonania testów musi zawierać podsumowanie dostarczające podstawowych informacji na temat rezultatów, testowanego systemu oraz środowiska, w którym zostały wykonane testy, w formie odpowiedniej dla poszczególnych interesariuszy.

Niezbędna jest informacja o tym, które testy nie zostały zaliczone i jaka była tego przyczyna. Aby ułatwić diagnozowanie problemów, należy również uwzględnić informacje o historii wykonywania danego testu oraz osobie odpowiedzialnej za ten test (zwykle jest to osoba, która utworzyła lub ostatnio zaktualizowała test). Osoba odpowiedzialna musi zbadać przyczynę niezaliczenia testu, zgłosić związane z nią problemy, dopilnować rozwiązania problemów oraz sprawdzić, czy rozwiązanie zostało prawidłowo zaimplementowane.

Raportowanie umożliwia również diagnozowanie ewentualnych awarii komponentów struktury automatyzacji testowania (TAF) (patrz rozdział 7).

Publikowanie raportów
Raport należy opublikować i udostępnić wszystkim osobom zainteresowanym rezultatami wykonania testów. Można go umieścić na stronie internetowej, wysłać do osób z listy adresowej lub przesłać do innego narzędzia, na przykład narzędzia do zarządzania testami. Z praktycznego punktu widzenia, najlepszą gwarancję, że osoby zainteresowane rezultatami testów zapoznają się z raportem i przeanalizują jego treść, daje udostępnienie tym osobom mechanizmu subskrypcji i wysłanie im raportu pocztą elektroniczną.

Inną opcją ułatwiającą identyfikowanie problematycznych elementów testowanego systemu jest przechowywanie raportów historycznych i gromadzenie danych statystycznych na temat tych przypadków testowych lub zestawów testów, które są związane z częstą regresją.

6. Przeniesienie testowania manualnego do środowiska zautomatyzowanego — 120 min

Słowa kluczowe
testowanie potwierdzające, testowanie regresywne

Cele nauczania — przeniesienie testowania manualnego do środowiska zautomatyzowanego

6.1 Kryteria automatyzacji

ALTA-E-6.1.1 (K3) Kandydat potrafi stosować kryteria służące do określania testów nadających się do zautomatyzowania.

ALTA-E-6.1.2 (K2) Kandydat zna czynniki związane z przejściem z testowania manualnego na automatyczne.

6.2 Zidentyfikowanie kroków niezbędnych do zaimplementowania automatyzacji w obszarze testowania regresywnego

ALTA-E-6.2.1 (K2) Kandydat potrafi wyjaśnić, jakie czynniki należy wziąć pod uwagę przy implementowaniu automatycznego testowania regresywnego.

6.3 Czynniki, które należy wziąć pod uwagę przy implementowaniu automatyzacji w obszarze testowania nowych funkcji

ALTA-E-6.3.1 (K2) Kandydat potrafi wyjaśnić, jakie czynniki należy wziąć pod uwagę przy implementowaniu automatyzacji w obszarze testowania nowych funkcji.

6.4 Czynniki, które należy wziąć pod uwagę przy implementowaniu automatyzacji w obszarze testowania potwierdzającego

ALTA-E-6.4.1 (K2) Kandydat potrafi wyjaśnić, jakie czynniki należy wziąć pod uwagę przy implementowaniu automatycznego testowania potwierdzającego.

6.1 Kryteria automatyzacji

Organizacje od dawna tworzą manualne przypadki testowe, dlatego przy podejmowaniu decyzji o migracji do zautomatyzowanego środowiska testowego należy ocenić bieżący stan testów manualnych i określić najskuteczniejszy sposób automatyzacji istniejących zasobów. Dotychczasowa struktura poszczególnych testów manualnych może, ale nie musi nadawać się do zautomatyzowania, w związku z czym może być konieczne napisanie niektórych testów od nowa pod kątem automatyzacji. Innym rozwiązaniem jest wyodrębnienie z istniejących testów manualnych odpowiednich komponentów (np. wartości wejściowych, oczekiwanych rezultatów czy ścieżki nawigacji) i ponowne wykorzystanie ich do automatyzacji. Korzystne może być również przyjęcie strategii testów manualnych, która uwzględnia potencjalną automatyzację i umożliwia tworzenie testów o strukturze ułatwiającej migrację do środowiska zautomatyzowanego.

Nie wszystkie testy można lub należy automatyzować, a nawet w przypadku automatyzacji pierwsza iteracja może być nadal wykonywana manualnie. W związku z tym należy wziąć pod uwagę dwa aspekty związane ze zmianą sposobu testowania: początkowe przekształcanie istniejących testów manualnych w automatyczne oraz późniejsze przekształcanie nowych testów manualnych w automatyczne.

Trzeba również zaznaczyć, że niektóre typy testów mogą być (skutecznie) wykonywane tylko w sposób automatyczny — dotyczy to na przykład testów niezawodności, testów przeciążających czy testów wydajnościowych.

Automatyzacja umożliwia testowanie aplikacji i systemów, które nie mają interfejsu użytkownika. W takim przypadku testy można wykonywać na poziomie integracji za pośrednictwem interfejsów dostępnych w oprogramowaniu. Teoretycznie powyższe przypadki testowe można by było również wykonywać manualnie (przy użyciu ręcznie wprowadzanych poleceń służących do wywoływania interfejsów), ale rozwiązanie takie jest w wielu przypadkach niepraktyczne. Dzięki automatyzacji można na przykład umieszczać komunikaty w systemie zarządzającym kolejką komunikatów, aby rozpocząć testowanie (i zidentyfikować ewentualne defekty) na wcześniejszym etapie, na którym testowanie manualne nie jest jeszcze możliwe.

Przed rozpoczęciem prac związanych z automatyzacją testowania należy zastanowić się nad zasadnością i opłacalnością tworzenia testów automatycznych zamiast manualnych. Do kryteriów służących do określania zasadności automatyzacji zaliczają się w szczególności:

- Częstotliwość używania
- Złożoność automatyzacji
- Kompatybilność i obsługa narzędzi
- Dojrzałość procesu testowego
- Zasadność automatyzacji na danym etapie cyklu życia oprogramowania
- Trwałość zautomatyzowanego środowiska
- Sterowalność testowanego systemu

Poniżej opisano dokładniej poszczególne kryteria.

Częstotliwość używania
Jednym z czynników decydujących o zasadności ewentualnej automatyzacji jest częstotliwość, z jaką musi być wykonywany dany test. Do zautomatyzowania lepiej nadają się testy wykonywane częściej i bardziej regularnie, na przykład w ramach cyklu wersji głównych lub podwersji. Co do zasady, im więcej wersji ma aplikacja (a tym samym odpowiadających im cykli testowych), tym większe korzyści przynosi automatyzacja testowania. Zautomatyzowane testy funkcjonalne mogą być następnie stosowane w kolejnych wersjach produktu w ramach testowania regresywnego. Zastosowanie testów automatycznych do testowania regresywnego zapewnia duży zwrot z inwestycji i pozwala skutecznie złagodzić ryzyko dotyczące dotychczasowego kodu.

Jeśli skrypt testowy jest wykonywany tylko raz w roku, a cykl wprowadzania zmian w testowanym systemie jest podobny, automatyzacja takiego testu może okazać się niemożliwa lub nieefektywna. Biorąc pod uwagę czas, jaki należałoby poświęcić co roku na dostosowanie testu do zmian w systemie, lepszym rozwiązaniem może być wykonanie takiego testu manualnie.

Złożoność automatyzacji
Jeśli konieczne jest przetestowanie złożonego systemu, automatyzacja może przynieść ogromne korzyści, ponieważ dzięki niej testerzy nie muszą manualnie powtarzać złożonych kroków, których wykonywanie jest żmudne, czasochłonne i obarczone ryzykiem błędów.

Z drugiej strony w przypadku niektórych skryptów testowych automatyzacja może być trudna lub nieopłacalna. Przyczyn takiej sytuacji może być wiele: brak kompatybilności testowanego systemu z istniejącymi rozwiązaniami do testowania automatycznego; konieczność opracowania dużej ilości kodu programu bądź wywołań interfejsów API w celu zautomatyzowania testów; duża liczba systemów wymagających uwzględnienia przy wykonywaniu testów; interakcja z zewnętrznymi interfejsami i/lub niestandardowymi systemami; określone aspekty testowania użyteczności; czas potrzebny na przetestowanie skryptów automatyzacji itd.

Kompatybilność i obsługa narzędzi
Do tworzenia aplikacji używa się szerokiej gamy platform programistycznych. W tej sytuacji tester musi wiedzieć, czy i jakie narzędzia testowe są dostępne w przypadku danej platformy oraz w jakim stopniu jest ona obsługiwana. Organizacje korzystają z wielu różnych narzędzi do testowania, w tym gotowych narzędzi komercyjnych, narzędzi open source oraz narzędzi wytwarzanych we własnym zakresie. Ponadto każda organizacja ma inne potrzeby i możliwości w zakresie obsługi takich narzędzi. Dostawcy komercyjnych narzędzi testowych zwykle oferują płatną pomoc techniczną, a liderzy rynku dysponują również siecią ekspertów mogących udzielić pomocy przy implementacji tych narzędzi. W przypadku narzędzi open source pomoc może być dostępna na forach dyskusyjnych, na których użytkownicy mogą uzyskiwać informacje i zadawać pytania, natomiast w przypadku narzędzi wytworzonych we własnym zakresie zapewnienie pomocy technicznej jest zadaniem pracowników firmy.

Nie należy lekceważyć problemów związanych z kompatybilnością narzędzi testowych. Rozpoczęcie projektu automatyzacji testowania bez pełnej wiedzy na temat poziomu zgodności narzędzi testowych z testowanym systemem może mieć fatalne konsekwencje. Nawet jeśli większość testów wykonywanych w tym systemie da się zautomatyzować, może się okazać, że jest to niemożliwe w przypadku testów uznawanych za najbardziej newralgiczne.

Dojrzałość procesu testowego
Aby można było skutecznie zaimplementować automatyzację w procesie testowym, proces ten musi być ustrukturyzowany, uporządkowany i powtarzalny. Automatyzacja powoduje włączenie całego procesu wytwarzania oprogramowania w dotychczasowy proces testowy, co wiąże się z koniecznością zarządzania kodem automatyzacji i związanymi z nim komponentami.

Zasadność automatyzacji na danym etapie cyklu życia oprogramowania
Testowany system ma określony cykl życia, który może obejmować od kilku do kilkudziesięciu lat. Od momentu rozpoczęcia prac programistycznych system jest stale modyfikowany i rozszerzany w celu usuwania defektów oraz wprowadzania udoskonaleń zgodnych z potrzebami docelowych użytkowników. Na wczesnych etapach rozwoju systemu zmiany mogą zachodzić zbyt szybko, aby można było zaimplementować zautomatyzowane rozwiązanie do testowania. W dynamicznie zmieniającym się środowisku, w którym trwa optymalizowanie i udoskonalanie układu ekranów czy elementów sterujących, tworzenie mechanizmów automatyzacji wymagałoby ciągłych przeróbek, przez co byłoby nieskuteczne i nieefektywne. Można to porównać do próby wymiany opony w jadącym samochodzie — w takiej sytuacji lepiej jest poczekać, aż pojazd się zatrzyma. W przypadku dużych systemów wytwarzanych metodą sekwencyjną implementację testów automatycznych najlepiej jest zacząć w momencie, gdy system zostanie już ustabilizowany i będzie zawierał podstawowe funkcje.

Z czasem każdy system osiąga kres swojego cyklu życia i jest wycofywany lub przeprojektowywany pod kątem zastosowania nowszych, bardziej efektywnych technologii. Wprowadzanie automatyzacji w systemie znajdującym w końcowej fazie cyklu życia nie jest zalecane, ponieważ realizacja takiej krótkotrwałej inicjatywy nie przyniosłaby istotnych korzyści. Z drugiej strony w przypadku systemów, które są przeprojektowywane pod kątem zastosowania innej architektury, ale z zachowaniem dotychczasowej funkcjonalności, zautomatyzowane środowisko testowania definiujące elementy danych może być tak samo przydatne w starej i w nowej wersji systemu. W tej sytuacji istnieje potencjalnie możliwość ponownego wykorzystania danych testowych, pod warunkiem zmodyfikowania kodu zautomatyzowanego środowiska w celu zapewnienia kompatybilności z nową architekturą.

Trwałość środowiska

Środowisko testowe tworzone na potrzeby automatyzacji musi charakteryzować się elastycznością oraz możliwością adaptacji do zmian zachodzących z czasem w testowanym systemie. W tym zakresie ważne są między innymi możliwość szybkiego diagnozowania i rozwiązywania problemów z automatyzacją, łatwość utrzymania komponentów automatyzacji oraz łatwość dodawania nowych funkcji i mechanizmów pomocniczych w zautomatyzowanym środowisku. Cechy te są nieodłącznym elementem ogólnego procesu projektowania i implementacji gTAA.

Sterowalność testowanego systemu (warunki wstępne, konfiguracja i stabilność)
Inżynier automatyzacji testowania (TAE) powinien zidentyfikować parametry testowanego systemu związane ze sterowaniem i widocznością, które będą pomocne przy tworzeniu skutecznych testów automatycznych. W przeciwnym razie automatyzacja testowania będzie opierać się wyłącznie na interakcjach za pośrednictwem interfejsu użytkownika, co utrudni utrzymanie rozwiązania do automatyzacji testowania. Więcej informacji na ten temat zawiera podrozdział 2.3 (Projektowanie pod kątem testowalności i automatyzacji).

Planowanie techniczne na potrzeby analizy zwrotu z inwestycji
Korzyści, jakie przynosi zespołowi testowemu automatyzacja testowania, zależą od konkretnej sytuacji. Jednocześnie implementacja skutecznego zautomatyzowanego rozwiązania do testowania wiąże się ze znacznymi nakładami pracy i kosztami. Dlatego przed rozpoczęciem czaso- i pracochłonnego procesu tworzenia testów automatycznych należy oszacować zakładane i potencjalne łączne korzyści wynikające z implementacji mechanizmów automatyzacji testowania, a także skutki takiej implementacji. Po ustaleniu powyższych parametrów należy określić działania niezbędne do wprowadzenia w życie przyjętego planu i związane z nimi koszty, aby obliczyć zwrot z inwestycji.

Aby należycie przygotować się do przejścia na środowisko zautomatyzowane, należy uwzględnić:
- Dostępność narzędzi umożliwiających automatyzację testowania w środowisku testowym
- Poprawność danych testowych i przypadków testowych
- Zakres prac związanych z automatyzacją testowania
- Uświadomienie zespołowi testowemu skutków zmiany paradygmatu
- Role i obowiązki
- Współpracę między programistami a inżynierami automatyzacji testowania
- Równoległe wykonywanie prac
- Raportowanie na temat automatyzacji testowania

Dostępność narzędzi umożliwiających automatyzację testowania w środowisku testowym
W pierwszej kolejności należy zainstalować wybrane narzędzia testowe w środowisku testowym (laboratorium) i potwierdzić ich prawidłowe funkcjonowanie. Może to wymagać pobrania ewentualnych pakietów serwisowych lub aktualizacji, wybrania odpowiedniej konfiguracji instalacji (w tym dodatków) niezbędnej do obsługi testowanego systemu oraz sprawdzenia, czy TAS funkcjonuje poprawnie w środowisku testowym oraz w środowisku, w którym są prowadzone prace nad automatyzacją.

Poprawność danych testowych i przypadków testowych
Poprawność i kompletność danych i przypadków testowych używanych do wykonywania testów manualnych jest warunkiem uzyskania przewidywalnych rezultatów przy zastosowaniu automatyzacji. Testy wykonywane w sposób zautomatyzowany wymagają jednoznacznych danych wejściowych, nawigacyjnych, synchronizacyjnych i walidacyjnych.

Zakres prac związanych z automatyzacją testowania
Aby szybko wykazać korzyści wynikające z automatyzacji, uzyskać informacje zwrotne na temat problemów technicznych mogących wpłynąć na postęp prac oraz ułatwić wykonywanie dalszych zadań związanych z automatyzacją, należy ograniczyć początkowy zakres projektu. Projekt pilotażowy może skupić się na jednym obszarze funkcjonalności systemu, który jest reprezentatywny dla współdziałania całego systemu. Doświadczenie zdobyte podczas pilotażu pomoże następnie skorygować oszacowania czasowe i harmonogramy oraz wskazać obszary wymagające zastosowania wyspecjalizowanych zasobów technicznych. W ten sposób projekt pilotażowy pozwoli szybko wykazać skuteczność automatyzacji, a w rezultacie uzyskać większe wsparcie ze strony kierownictwa.

W osiągnięciu powyższych celów pomaga rozważny wybór przypadków testowych, które mają zostać zautomatyzowane. Należy wybrać przypadki, które dadzą się zautomatyzować niewielkim nakładem pracy, a przy tym pozwolą uzyskać duże korzyści. Przykładem mogą być automatyczne testy regresywne lub dymne — ich automatyzacja może być bardzo opłacalna, ponieważ są zwykle wykonywane dość często, niekiedy nawet codziennie. Innym dobrym punktem wyjścia jest testowanie niezawodności. Tego rodzaju testy składają się często z wielu kroków i są wykonywane wielokrotnie w celu ujawnienia problemów, które są trudne do wykrycia metodą manualną. Implementacja testów niezawodności jest mało pracochłonna, a korzyści mogą być widoczne bardzo szybko.

Projekty pilotażowe pozwalają skierować uwagę na zalety automatyzacji (takie jak zmniejszenie nakładów pracy manualnej czy możliwość zidentyfikowania poważnych problemów) i utorować drogę dla dalszych rozszerzeń (wymagających nakładów pracy i nakładów finansowych).

Ważne jest również nadanie priorytetu testom, które mają krytyczne znaczenie dla organizacji, ponieważ w ich przypadku można wykazać na początku największe korzyści. W tym kontekście należy jednak pamiętać, że na etapie pilotażu lepiej jest nie uwzględniać testów, które są najtrudniejsze do zautomatyzowania z technicznego punktu widzenia. W przeciwnym razie próby automatyzacji mogą okazać się zbyt pracochłonne w stosunku do osiągniętych rezultatów. Co do zasady, zidentyfikowanie testów, które mają cechy wspólne z dużą częścią aplikacji, pozwoli uzyskać dynamikę niezbędną do kontynuowania wysiłków na rzecz automatyzacji.

Uświadomienie zespołowi testowemu skutków zmiany paradygmatu

Testerzy nie tworzą jednorodnej grupy: niektórzy z nich są ekspertami merytorycznymi wywodzącymi się ze społeczności użytkowników lub analityków biznesowych, inni zaś mają duże umiejętności techniczne, dzięki którym lepiej orientują się w bazowej architekturze systemu. Zróżnicowanie to jest bardzo korzystne z punktu widzenia skuteczności testowania, ale należy też pamiętać, że w miarę przechodzenia na zautomatyzowany tryb pracy poszczególne role stają się coraz bardziej wyspecjalizowane. Zmiany składu zespołu testowego mają zasadnicze znaczenie dla powodzenia automatyzacji, dlatego należy jak najwcześniej uświadomić członkom zespołu konieczność dokonywania takich zmian, aby ograniczyć ewentualne obawy związane z podziałem ról bądź ryzykiem utraty stanowiska w zespole. Właściwie poprowadzony proces wdrażania automatyzacji powinien wzbudzić bardzo duże zainteresowanie wszystkich członków zespołu i zachęcić ich do uczestniczenia w zmianach organizacyjno-technicznych.

Role i obowiązki

Automatyzacja testowania powinna być procesem, w którym może uczestniczyć każdy, chociaż nie oznacza to oczywiście, że wszyscy uczestnicy będą pełnić tę samą rolę. Zaprojektowanie, zaimplementowanie i utrzymanie zautomatyzowanego środowiska testowego jest zadaniem o charakterze technicznym, które powinno być realizowane wyłącznie przez osoby mające duże umiejętności programistyczne i dobre przygotowanie techniczne. W wyniku prac związanych z opracowywaniem testów automatycznych powinno powstać środowisko, z którego będą mogły korzystać w równym stopniu osoby posiadające umiejętności techniczne i ich nieposiadające. Do uzyskania maksymalnych korzyści w związku z wdrożeniem zautomatyzowanego środowiska testowego niezbędne są z kolei osoby mające wiedzę merytoryczną i umiejętności w zakresie testowania. Ich zadaniem będzie opracowanie odpowiednich skryptów testowych (wraz z odpowiednimi danymi testowymi), które posłużą do sterowania zautomatyzowanym środowiskiem i zapewnienia zakładanego pokrycia testowego. Kolejna grupa to eksperci merytoryczni, którzy weryfikują raporty, aby potwierdzić prawidłowe funkcjonowanie aplikacji, oraz eksperci techniczni, którzy dbają o poprawne i efektywne działanie zautomatyzowanego środowiska. Ekspertami technicznymi mogą być również programiści zainteresowani testowaniem, ponieważ doświadczenie w dziedzinie wytwarzania oprogramowania jest niezbędne do zaprojektowania oprogramowania, które będzie łatwe w utrzymaniu, co jest niezmiernie istotne w kontekście automatyzacji testowania. Programiści mogą skoncentrować się na strukturze automatyzacji testów lub bibliotekach testowych, natomiast implementacja przypadków testowych powinna pozostać w gestii testerów.

Współpraca między programistami a inżynierami automatyzacji testowania

Powodzenie automatyzacji testowania zależy również od zaangażowania zespołu programistów i zespołu testerów. W przypadku automatyzacji konieczna jest dużo ściślejsza współpraca między programistami a testerami, w ramach której programiści udzielają testerom pomocy technicznej i informacji technicznych dotyczących stosowanych metod/narzędzi programistycznych, a inżynierowie automatyzacji testowania mogą zgłaszać swoje obawy dotyczące testowalności projektów systemu i tworzonego kodu. Jest to szczególnie istotne w przypadku nieprzestrzegania standardów bądź stosowania przez programistów nietypowych, opracowanych we własnym zakresie lub zupełnie nowych bibliotek/obiektów (np. elementu sterującego GUI innej firmy, który może być niekompatybilny z wybranym narzędziem do automatyzacji). Na koniec należy zaznaczyć, że kierownicy projektu w organizacji muszą dysponować jednoznacznymi informacjami na temat ról i obowiązków niezbędnych do pomyślnego wprowadzenia automatyzacji.

Równoległe wykonywanie prac

W ramach działań związanych ze zmianą sposobu testowania wiele organizacji powołuje pracujący równolegle zespół, który rozpoczyna automatyzowanie dotychczasowych manualnych skryptów testowych. Po zautomatyzowaniu nowe skrypty są włączane do procesu testowania w miejsce skryptów wykonywanych manualnie. Zanim tak się jednak stanie, zaleca się porównanie skryptów automatycznych z zastępowanymi przez nie skryptami manualnymi w celu sprawdzenia, czy wykonują one te same testy i walidacje.

W wielu przypadkach przed przekształceniem skryptów manualnych w automatyczne dokonuje się ich oceny. Może ona wykazać, że dotychczasowe manualne skrypty testowe wymagają restrukturyzacji, aby działały skuteczniej i bardziej efektywnie w warunkach automatyzacji.

Raportowanie na temat automatyzacji testowania

Rozwiązanie do automatyzacji testowania (TAS) może automatycznie generować różne raporty zawierające między innymi informacje o statusie poszczególnych skryptów lub kroków skryptów (zaliczony/niezaliczony), ogólne dane statystyczne dotyczące wykonywania testów oraz informacje o ogólnej wydajności TAS. Bardzo ważne jest również dostarczenie informacji na temat poprawności działania TAS, które pozwolą potwierdzić dokładność i kompletność wszelkich rezultatów dotyczących konkretnych aplikacji (patrz rozdział 7 — Weryfikowanie rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)).

6.2 Zidentyfikowanie kroków niezbędnych do zaimplementowania automatyzacji w obszarze testowania regresywnego

Testowanie regresywne stwarza znakomitą okazję do zastosowania automatyzacji. Łoże testowe w tej dziedzinie stale się poszerza, ponieważ dzisiejsze test funkcjonalne stają się jutrzejszymi testami regresywnymi. W tej sytuacji jest tylko kwestią czasu, kiedy liczba testów regresywnych przerośnie możliwości czasowe i kadrowe tradycyjnych zespołów testowych wykonujących testy manualne.

W ramach przygotowań do automatyzacji testów regresywnych należy zadać sobie kilka pytań:

- Jak często powinny być wykonywane testy?
- Ile trwa wykonywanie każdego testu i całego zestawu testów regresywnych?
- Czy w testach występują pokrywające się obszary funkcjonalne?
- Czy testy współużytkują dane?
- Czy istnieją wzajemne zależności między testami?
- Jakie warunki wstępne muszą zostać spełnione przed wykonaniem testów?
- Jakie jest procentowe pokrycie testowanego systemu przez testy?
- Czy testy są obecnie wykonywane poprawnie?
- Co należy zrobić, jeśli testy regresywne trwają zbyt długo?

Poniżej opisano dokładniej poszczególne kryteria.

Częstotliwość wykonywania testów
Do zautomatyzowania najlepiej nadają się testy, które są często wykonywane w ramach testowania regresywnego. Testy te zostały już opracowane i sprawdzają znaną funkcjonalność testowanego systemu, a zastosowanie automatyzacji pozwoli wydatnie skrócić czas ich wykonywania.

Czas wykonywania testów
Czas potrzebny do wykonania danego testu lub całego zestawu testów jest ważnym parametrem, który należy wziąć pod uwagę przy ocenie korzyści wynikających z automatyzacji testowania regresywnego. Implementowanie automatyzacji można zacząć właśnie od czasochłonnych testów — umożliwi to szybsze i bardziej efektywne wykonywanie każdego testu, a także pozwoli dodać kolejne cykle automatycznych testów regresywnych. Wśród zalet takiego podejścia należy wymienić zwiększenie ilości informacji zwrotnych na temat jakości testowanego systemu i częstotliwości ich otrzymywania oraz zmniejszenie ryzyka związanego z wdrożeniem.

Pokrywające się funkcje
W przypadku automatyzowania istniejących testów regresywnych zaleca się zidentyfikowanie wszelkich pokrywających się obszarów funkcjonalnych (w poszczególnych przypadkach testowych i między różnymi przypadkami) oraz — jeśli jest to możliwe — ograniczenie ich w równoważnym teście automatycznym. Uzyskany w ten sposób wzrost efektywności w postaci skrócenia czasu wykonywania testów automatycznych będzie istotny w związku z wykonywaniem coraz większej liczby automatycznych przypadków testowych. Testy opracowywane z wykorzystaniem automatyzacji często przyjmują nową strukturę, ponieważ opierają się na komponentach wielokrotnego użytku i współużytkowanych repozytoriach danych. Dotychczasowe testy manualne są nierzadko rozkładane na kilka mniejszych testów automatycznych, a w innych przypadkach następuje konsolidacja kilku testów manualnych w jeden większy test automatyczny. Aby opracować skuteczną strategię przekształcania testów, należy dokonać oceny testów manualnych na poziomie indywidualnym i grupowym.

Współużytkowanie danych
Testy często współużytkują dane, czyli korzystają z tego samego rekordu danych do wykonywania różnych funkcji w testowanym systemie. Przykładem może być sytuacja, w której przypadek testowy „A” sprawdza liczbę niewykorzystanych dni urlopu pracownika, a przypadek testowy „B” sprawdza, jakie kursy pracownik ten odbył w ramach realizacji celów rozwoju zawodowego. Oba przypadki testowe odwołują się do danych

tego samego pracownika, ale każdy weryfikuje inne parametry. W przypadku testowania manualnego dane pracownika zostałyby powielone w poszczególnych manualnych przypadkach testowych weryfikujących te dane, natomiast w przypadku testów automatycznych wspólne dane powinny być w miarę możliwości przechowywane i udostępniane w jednym miejscu, co pozwala uniknąć ich powielania i wprowadzania błędów.

Wzajemne zależności między testami
Podczas wykonywania złożonych scenariuszy testowania regresywnego każdy test może być zależny od jednego lub kilku innych testów. Jest to dość powszechna sytuacja — przykładem może być wykorzystanie identyfikatora zamówienia utworzonego w wyniku wykonania jednego z kroków testu. Kolejne testy mogą sprawdzać, czy: (a) nowe zamówienie jest prawidłowo wyświetlane w systemie, (b) w zamówieniu można wprowadzać zmiany oraz (c) zamówienie można pomyślnie usunąć. W każdym przypadku konieczne jest zarejestrowanie wartości identyfikatora zamówienia utworzonej dynamicznie w pierwszym teście, aby można ją było wykorzystać ponownie w późniejszych testach. Sposób spełnienia tego wymogu zależy od projektu TAS.

Warunki wstępne związane z testami
Wykonanie testu jest często niemożliwe, dopóki nie zostaną spełnione określone warunki wstępne — takie jak wybór właściwej bazy danych lub właściwego zbioru danych testowych bądź ustawienie wartości/parametrów początkowych. Wiele kroków niezbędnych do zainicjowania środowiska i spełnienia warunków wstępnych testu można zautomatyzować, co pozwala uniknąć ryzyka ich pominięcia, a tym samym zwiększyć niezawodność i wiarygodność całego rozwiązania. W związku z automatyzowaniem testów regresywnych powyższe warunki wstępne należy również włączyć do ogólnego procesu automatyzacji.

Pokrycie testowanego systemu
Za każdym razem, gdy są wykonywane testy, sprawdzają one część funkcjonalności testowanego systemu. Dlatego aby zbadać jakość całego systemu, należy zaprojektować testy w sposób zapewniający jak najszersze i jak najgłębsze pokrycie. Do monitorowania wykonywanych testów automatycznych i pomiaru ich skuteczności można użyć narzędzi mierzących pokrycie kodu. W przypadku automatycznego testowania regresywnego można oczekiwać, że dodatkowe testy zapewnią z czasem dodatkowe pokrycie (mierzenie pokrycia jest skutecznym sposobem na określenie wartości samych testów).

Poprawne wykonywanie testów
Przed przekształceniem manualnego testu regresywnego w test automatyczny należy sprawdzić, czy działa on prawidłowo. Dopiero wówczas można rozpocząć czynności mające na celu pomyślne przekształcenie danego testu w automatyczny test regresywny. Jeśli test manualny nie jest wykonywany poprawnie (czy to dlatego, że został źle napisany, korzysta z niepoprawnych danych, jest nieaktualny lub nie został zsynchronizowany z aktualną wersją testowanego systemu, czy też na skutek defektu w testowanym systemie), należy najpierw rozpoznać i/lub usunąć podstawową przyczynę problemu. W przeciwnym razie po przekształceniu powstanie niedziałający test automatyczny, co oznacza stratę czasu i zasobów.

Duże zbiory testów regresywnych
Zbiór testów regresywnych związany z testowanym systemem może rozrosnąć się do sporych rozmiarów — na tyle dużych, że nie będzie go można wykonać w całości przez noc lub przez weekend. W takiej sytuacji można rozważyć równoczesne wykonywanie przypadków testowych, o ile jest dostępnych kilka testowanych systemów. W przypadku aplikacji na komputery PC nie stanowi to zwykle problemu, gorzej jest natomiast, jeśli testowanym systemem jest na przykład samolot lub rakieta kosmiczna. Słaba dostępność i/lub wysoki koszt testowanego systemu uniemożliwiają w praktyce równoczesne wykonywanie operacji. W takim przypadku rozwiązaniem może być wykonywanie testu regresywnego w częściach — z czasem (na przykład po kilku tygodniach) zostanie wówczas wykonany cały zbiór testów. Wyboru wykonywanej części zestawu testów regresywnych można dokonać na podstawie analizy ryzyka (uwzględniającej na przykład to, które elementy testowanego systemy zostały ostatnio zmienione).

6.3 Czynniki, które należy wziąć pod uwagę przy implementowaniu automatyzacji w obszarze testowania nowych funkcji

Przypadki testowe dotyczące nowej funkcjonalności są na ogół łatwiejsze do zautomatyzowania, ponieważ implementacja takiej funkcjonalności nie została jeszcze zakończona (a nawet lepiej — rozpoczęta). W tej sytuacji inżynier testów może skorzystać z posiadanej wiedzy, aby wyjaśnić programistom i architektom, co dokładnie należy uwzględnić w nowej funkcjonalności, aby można ją było skutecznie i efektywnie sprawdzać przy użyciu rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS).

W miarę wprowadzania w testowanym systemie nowych funkcji testerzy muszą opracowywać nowe testy odpowiadające tym funkcjom i związanym z nimi wymaganiom. Aby ustalić, czy obecne rozwiązanie do automatyzacji testowania będzie w stanie zaspokoić potrzeby związane z nową funkcjonalnością, inżynier automatyzacji testowania (TAE) musi pozyskać informacje zwrotne od projektantów testów, którzy dysponują odpowiednią wiedzą merytoryczną. Przedmiotem analizy mogą być między innymi obecnie przyjęte podejście, stosowane narzędzia programistyczne innych firm, narzędzia testowe itd.

Zmiany w TAS należy analizować w kontekście dotychczasowych komponentów testaliów do testów automatycznych. Pozwoli to w pełni udokumentować wszystkie zmienione lub dodane funkcje oraz zadbać o to, aby nie wpływały one na zachowanie (lub wydajność) dotychczasowych funkcji rozwiązania.

Jeśli nowa funkcja zostanie zaimplementowana, na przykład, przy użyciu innej klasy obiektu, może być konieczne zaktualizowanie lub uzupełnienie komponentów testaliów. Ponadto należy dokonać oceny kompatybilności z dotychczasowymi narzędziami testowymi i wskazać ewentualne rozwiązania zastępcze. W przypadku podejścia opartego na słowach kluczowych uwzględnienie nowej funkcjonalności może na przykład wymagać opracowania dodatkowych słów kluczowych lub zmodyfikowania/rozszerzenia istniejących słów kluczowych.

W pewnych sytuacjach może być również konieczne wypróbowanie dodatkowych narzędzi do testowania obsługujących nowe środowisko, w którym występuje nowa funkcjonalność. Nowe narzędzie może na przykład okazać się niezbędne, jeśli dotychczasowe narzędzie obsługuje jedynie język HTML.

Nowe wymagania związane z testowaniem mogą mieć wpływ na istniejące testy automatyczne i komponenty testaliów. Dlatego przed dokonaniem jakichkolwiek zmian należy uruchomić dotychczasowe testy automatyczne w odniesieniu do nowego/zaktualizowanego testowanego systemu, aby zweryfikować i zarejestrować ewentualne zmiany w działaniu testów (czynność ta powinna również objąć odwzorowanie wzajemnych zależności z innymi testami). Każda nowa zmiana technologiczna wiąże się z koniecznością przeanalizowania obecnych komponentów testaliów (w tym narzędzi testowych, bibliotek funkcji, interfejsów API itd.) oraz dotychczasowego TAS pod kątem kompatybilności.

Jeśli dotychczasowe wymagania ulegną zmianie, w harmonogramie projektu (strukturze podziału pracy) należy uwzględnić nakłady pracy związane z aktualizacją przypadków testowych służących do weryfikowania zgodności z tymi wymaganiami. W takim przypadku śledzenie powiązań między wymaganiami a odpowiednimi przypadkami testowymi pozwoli wskazać, które przypadki wymagają zaktualizowania (aktualizacje powinny być elementem całościowego planu).

Na koniec należy ustalić, czy dotychczasowe rozwiązanie do automatyzacji testowania nadal zaspokaja potrzeby bieżącej wersji testowanego systemu. W tym celu należy zadać sobie pytanie, czy techniki implementacji są nadal właściwe, czy też wymagana jest nowa architektura, a jeśli tak, to czy można ją wdrożyć poprzez rozszerzenie obecnych funkcji.

Wprowadzanie nowej funkcjonalności jest dla inżynierów testowych okazją do zadbania o testowalność nowo definiowanych funkcji. Dlatego już w fazie projektowania należy wziąć pod uwagę potrzeby związane z testowaniem i zaplanować udostępnienie interfejsów testowych, za pośrednictwem których będzie można weryfikować nową funkcjonalność przy użyciu języków skryptowych lub narzędzia do automatyzacji testowania. Więcej informacji na ten temat zawiera podrozdział 2.3 (Projektowanie pod kątem testowalności i niezawodności).

6.4 Czynniki, które należy wziąć pod uwagę przy implementowaniu automatyzacji w obszarze testowania potwierdzającego

Testowanie potwierdzające wykonuje się po wprowadzeniu w kodzie poprawki mającej na celu usunięcie zgłoszonego wcześniej defektu. Aby potwierdzić, że defekt został usunięty, tester wykonuje zwykle kroki niezbędne do jego odtworzenia.

Zdarza się, że defekty pojawiają się ponownie w kolejnych wersjach (co może sygnalizować problem z zarządzaniem konfiguracją), w związku z czym testy potwierdzające świetnie nadają się do zautomatyzowania. Automatyzacja pomaga skrócić czas wykonywania testów potwierdzających, przy czym testy te można dodać jako uzupełnienie do istniejącego łoża testowego służącego do wykonywania automatycznych testów regresywnych.

Automatyczny test potwierdzający obejmuje zwykle wąski wycinek funkcjonalności. Test taki można zaimplementować w dowolnym momencie po zgłoszeniu defektu i określeniu kroków niezbędnych do jego odtworzenia. Automatyczne testy potwierdzające można włączyć do standardowego zestawu testów regresywnych lub, jeśli jest to uzasadnione, dodać do istniejących testów automatycznych. Oba podejścia pozwalają wykorzystać zalety automatycznego testowania potwierdzającego.

Śledzenie automatycznych testów potwierdzających umożliwia również raportowanie na temat czasu i liczby cykli poświęconych na usuwanie defektów.

Aby upewnić się, że w związku z usunięciem danego defektu nie wprowadzono przypadkowo nowych defektów, oprócz testowania potwierdzającego należy również zastosować testowanie regresywne (do określenia właściwego zakresu testowania regresywnego może być niezbędna analiza wpływu).

7. Weryfikowanie rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) — 120 min

Słowa kluczowe
weryfikacja

Cele nauczania — weryfikowanie rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)

7.1 **Weryfikowanie komponentów zautomatyzowanego środowiska testowego**

ALTA-E-7.1.1 (K3) Kandydat potrafi sprawdzić poprawność zautomatyzowanego środowiska testowego, w tym konfiguracji narzędzi testowych.

7.2 **Weryfikowanie zestawu testów automatycznych**

ALTA-E-7.2.1 (K3) Kandydat potrafi sprawdzić poprawność zachowania danego skryptu testów automatycznych i/lub zestawu testów automatycznych.

7.1 Weryfikowanie komponentów zautomatyzowanego środowiska testowego

Zespół ds. automatyzacji testowania musi sprawdzić, czy zautomatyzowane środowisko testowe działa zgodnie z oczekiwaniami. Sprawdzenia dokonuje się, na przykład, przed rozpoczęciem testów automatycznych.

Aby sprawdzić prawidłowość działania komponentów zautomatyzowanego środowiska testowego, można wykonać kilka kroków, które opisano szczegółowo poniżej.

Instalowanie, konfigurowanie i dostosowywanie narzędzi testowych
Rozwiązanie do automatyzacji testowania (TAS) składa się z wielu komponentów. Aby zapewnić niezawodność i powtarzalną wydajność całego rozwiązania, należy uwzględnić każdy z nich. Sercem TAS są komponenty wykonywalne wraz z odpowiadającymi im bibliotekami funkcji oraz dane pomocnicze i pliki konfiguracyjne. Proces konfigurowania TAS może przebiegać w różny sposób: od użycia automatycznych skryptów instalacyjnych po manualne umieszczenie plików w odpowiednich folderach. Należy przy tym pamiętać, że w przypadku narzędzi do testowania — podobnie jak w przypadku systemów operacyjnych i innych aplikacji — regularnie udostępniane są pakiety serwisowe, a do zapewnienia kompatybilności z danym środowiskiem testowanego systemu mogą być niezbędne opcjonalne lub obowiązkowe dodatki.

Automatyczne instalowanie (lub kopiowanie) z centralnego repozytorium ma określone zalety, takie jak możliwość zagwarantowania, że testy w różnych testowanych systemach będą wykonywane przy użyciu tej samej wersji oraz (stosownie do okoliczności) tej samej konfiguracji TAS. Kolejną zaletą jest możliwość aktualizowania TAS za pośrednictwem repozytorium. Sposób korzystania z repozytorium i proces aktualizacji TAS do nowej wersji powinny być takie same, jak w przypadku standardowych narzędzi programistycznych.

Skrypty testowe zawierające typowo zaliczane/niezaliczane testy
Niezaliczenie przypadków testowych, które zwykle kończą się powodzeniem, jednoznacznie sygnalizuje wystąpienie poważnego problemu, który należy jak najszybciej rozwiązać. Z kolei zaliczenie przypadków testowych, które powinny zakończyć się wynikiem negatywnym, oznacza konieczność zidentyfikowania komponentu, który nie zadziałał prawidłowo. W obu przypadkach ważne jest sprawdzenie poprawności generowania plików dzienników i miar wydajności oraz procesu automatycznego konfigurowania i dekonfigurowania przypadków/skryptów testowych. Ponadto zalecane jest wykonanie kilku testów reprezentujących różne typy i poziomy (testy funkcjonalne, testy wydajnościowe, testy komponentów itd.), przy czym testy te należy również wykonać na poziomie struktury.

Powtarzalność konfigurowania/dekonfigurowania środowiska testowego
Rozwiązanie do automatyzacji testowania będzie implementowane w różnych systemach i na różnych serwerach. Aby zagwarantować jego poprawne działanie w poszczególnych środowiskach, należy podejść w usystematyzowany sposób do kwestii wdrażania i usuwania TAS w danym środowisku. Gdy proces ten przebiega prawidłowo, budowanie i odbudowywanie rozwiązania nie powoduje zauważalnych różnic w sposobie jego działania w obrębie poszczególnych środowisk i między wieloma środowiskami. Aby zagwarantować niezawodne tworzenie danej konfiguracji, należy zastosować odpowiednie mechanizmy zarządzania konfiguracją komponentów TAS.

Konfiguracja środowiska testowego i jego komponentów
Zrozumienie i udokumentowanie poszczególnych komponentów tworzących TAS pozwala uzyskać niezbędną wiedzę o tym, na które obszary tego rozwiązania mogą wpływać zmiany w środowisku testowanego systemu lub które z tych obszarów mogą wymagać modyfikacji na skutek takich zmian.

Połączenia z systemami/interfejsami wewnętrznymi i zewnętrznymi
Po zainstalowaniu TAS w danym środowisku testowanego systemu, ale jeszcze przed rozpoczęciem faktycznych testów, należy wykonać szereg czynności sprawdzających spełnienie warunków wstępnych dotyczących dostępności połączeń z wewnętrznymi i zewnętrznymi systemami, interfejsami itd. Określenie warunków wstępnych dotyczących automatyzacji jest ważnym elementem mającym na celu zapewnienie poprawności instalacji i konfiguracji TAS.

Wpływ narzędzi do testowania automatycznego
Rozwiązanie do automatyzacji testowania jest często ściśle sprzężone z testowanym systemem. Ma to z założenia zapewnić wysoki poziom kompatybilności, zwłaszcza w przypadku interakcji przy użyciu interfejsu graficznego (GUI). Ścisła integracja może mieć jednak również negatywne skutki, takie jak zmiana zachowania testowanego systemu, gdy w jego środowisku znajduje się TAS, różnice w zachowaniu testowanego systemu przy testowaniu automatycznym i przy obsłudze ręcznej bądź spadek wydajności testowanego systemu, gdy TAS znajduje się w jego środowisku lub wykonuje w nim testy.

Poziom wpływu zależy od wybranego podejścia do testowania automatycznego. Na przykład:

- W przypadku komunikowania się z testowanym systemem na poziomie interfejsów zewnętrznych poziom wpływu jest bardzo niski. Interfejsy zewnętrzne mogą korzystać z sygnałów elektronicznych (generowanych np. przez fizyczne przełączniki) lub transmisji USB (w przypadku urządzeń USB np. klawiatur). To podejście pozwala najlepiej symulować czynności wykonywane przez docelowego użytkownika, ponieważ oprogramowanie testowanego systemu nie jest w żaden sposób modyfikowane do celów testowania, a testy nie wpływają na zachowanie systemu i parametry czasowe jego pracy. Z drugiej strony, komunikowanie się z testowanym systemem w ten sposób bywa bardzo skomplikowane i może wymagać wyspecjalizowanego sprzętu, obsługi określonych języków opisu sprzętu itd. Podejście to nie jest typowe w przypadku systemów złożonych wyłącznie z oprogramowania, bywa natomiast stosowane w przypadku produktów z oprogramowaniem wbudowanym
- W przypadku komunikowania się z testowanym systemem na poziomie interfejsu graficznego (GUI) środowisko tego systemu jest dostosowywane, aby umożliwić wstrzykiwanie poleceń interfejsu użytkownika i wyodrębnianie informacji wymaganych przez przypadki testowe. Testy nie zmieniają bezpośrednio zachowania testowanego systemu, ale wpływają na parametry czasowe, co może mieć pośredni wpływ na jego działanie. Poziom wpływu jest wyższy niż w poprzednim punkcie, ale komunikowanie się z testowanym systemem jest mniej skomplikowane. W przypadku tego rodzaju automatyzacji można często skorzystać z gotowych narzędzi komercyjnych
- Komunikacja z testowanym systemem może odbywać się za pośrednictwem interfejsów testowych w oprogramowaniu lub przy użyciu dotychczasowych interfejsów oferowanych przez to oprogramowanie. Dostępność takich interfejsów (tj. interfejsów API) jest istotnym elementem projektowania pod kątem testowalności. W tym przypadku poziom wpływu może być dosyć wysoki, ponieważ testy automatyczne wykorzystują interfejsy, z których mogą wcale nie korzystać użytkownicy systemu (interfejsy testowe), bądź interfejsy, które w normalnych warunkach mogą być używane w innym kontekście. Z drugiej strony, wykonywanie testów automatycznych za pośrednictwem interfejsów API jest bardzo łatwe i tanie. Korzystanie z interfejsów testowych może być uzasadnione pod warunkiem znajomości potencjalnego ryzyka

Testowanie z wysokim poziomem wpływu pozwala ujawnić awarie, które nie są widoczne w warunkach codziennej eksploatacji. Jeśli jednak rezultatem tego będą niezaliczone testy automatyczne, zaufanie do TAS może ulec znacznemu obniżeniu. W tej sytuacji programiści mogą zażądać manualnego odtworzenia awarii zidentyfikowanych w ramach testowania automatycznego (o ile jest to możliwe) na potrzeby analizy.

Testowanie komponentów struktury

Podobnie jak w przypadku innych projektów związanych z wytwarzaniem oprogramowania, również w przypadku struktury automatyzacji testów konieczne jest indywidualne przetestowanie i zweryfikowanie poszczególnych komponentów. Proces ten może obejmować testowanie funkcjonalne jak i niefunkcjonalne (tj. testowanie wydajnościowe, testowanie zużycia zasobów, testowanie użyteczności itd.).

Na przykład, komponenty odpowiedzialne za weryfikację obiektów w systemach z interfejsem graficznym (GUI) muszą zostać przetestowane pod kątem obsługi szerokiej gamy klas obiektów w celu potwierdzenia, że weryfikacja obiektów przebiega prawidłowo. Podobnie jest w przypadku dzienników błędów i raportów — w tym przypadku należy sprawdzić, czy dostarczają one dokładnych informacji na temat statusu automatyzacji i zachowania testowanego systemu.

Testy niefunkcjonalne pozwalają, między innymi, zrozumieć przyczyny spadku wydajności struktury oraz wykryć nieprawidłowości w zakresie wykorzystania zasobów systemowych, które mogą być objawem problemów takich jak wyciek pamięci. Ponadto sprawdzają współdziałanie komponentów w ramach struktury i/lub poza nią.

7.2 Weryfikowanie zestawu testów automatycznych

Zestawy testów automatycznych należy przetestować pod kątem kompletności, spójności i poprawnego zachowania. Aby sprawdzić, czy zestaw testów automatycznych działa w danym momencie prawidłowo lub ustalić, czy jest zdatny do użytku, można zastosować różne procedury weryfikacji.

W celu zweryfikowania prawidłowości działania zestawu testów automatycznych można wykonać kilka kroków, takich jak:

- Wykonanie skryptów testowych zawierające typowo zaliczane/niezaliczane testy
- Sprawdzenie zestawu testów
- Zweryfikowanie nowych testów, które koncentrują się na nowych funkcjach struktury
- Uwzględnienie powtarzalności testów
- Sprawdzenie czy zestaw testów automatycznych zawiera wystarczającą liczbę punktów weryfikacji

Poniżej opisano dokładniej poszczególne kryteria.

Wykonanie skryptów testowych zawierające typowo zaliczane/niezaliczane testy
Niezaliczenie przypadków testowych, które zwykle kończą się powodzeniem, jednoznacznie sygnalizuje wystąpienie poważnego problemu, który należy jak najszybciej rozwiązać. Z kolei zaliczenie zestawu testów, który powinien zakończyć się wynikiem negatywnym, oznacza konieczność zidentyfikowania przypadku testowego, który nie zadziałał prawidłowo. W obu przypadkach ważne jest sprawdzenie poprawności generowania plików dzienników i danych wydajności oraz procesu automatycznego konfigurowania i dekonfigurowania przypadków/skryptów testowych. Ponadto, zalecane jest wykonanie kilku testów reprezentujących różne typy i poziomy (testy funkcjonalne, testy wydajnościowe, testy komponentów itd.),

Sprawdzenie zestawu testów
Należy sprawdzić, czy zestaw testów jest kompletny (tj. czy określono oczekiwane rezultaty w odniesieniu do wszystkich przypadków testowych, czy są dostępne dane testowe itd.) oraz czy jego wersja odpowiada wersji struktury i testowanego systemu.

Zweryfikowanie nowych testów, które koncentrują się na nowych funkcjach struktury
Jeśli nowa funkcja TAS jest używana po raz pierwszy w przypadkach testowych, należy ją zweryfikować i ściśle monitorować pod kątem prawidłowego działania.

Uwzględnienie powtarzalności testów
W przypadku powtarzania testów rezultat/werdykt powinien być zawsze ten sam. Jeśli w zbiorze testów znajdują się przypadki testowe, które nie generują wiarygodnych rezultatów (np. w sytuacji wyścigu), przypadki te można przenieść poza aktywny zestaw testów automatycznych i oddzielnie przeanalizować w celu wykrycia podstawowej przyczyny problemu. W przeciwnym razie konieczne będzie poświęcenie dodatkowego czasu na wielokrotne wykonywanie tych samych przebiegów testów w celu przeanalizowania problemu.

Sporadyczne awarie również wymagają zbadania. Przyczyna problemu może leżeć po stronie przypadku testowego lub po stronie struktury, a nawet po stronie testowanego systemu. W takim przypadku w zidentyfikowaniu podstawowej przyczyny problemu może pomóc analiza plików dzienników (dotyczących przypadku testowego, struktury i testowanego systemu), ale może być również konieczne debagowanie. Ponadto przy poszukiwaniu podstawowej przyczyny może być niezbędne skorzystanie z pomocy analityka testowego, programisty lub eksperta merytorycznego.

Sprawdzenie czy zestaw testów automatycznych zawiera wystarczającą liczbę punktów weryfikacji
Musi istnieć możliwość sprawdzenia czy zestaw testów automatycznych został wykonany, a jego wykonanie przyniosło oczekiwane rezultaty. Ponadto niezbędne są dowody potwierdzające, że zestaw testów i/lub przypadki testowe zostały wykonane zgodnie z oczekiwaniami. W celu uzyskania takich dowodów można między innymi zarejestrować dane na początku i na końcu każdego przypadku testowego, udokumentować status wykonania testu w przypadku każdego ukończonego przypadku testowego, zweryfikować osiągnięcie warunków wyjściowych itd.

8. Ciągłe doskonalenie — 150 min

Słowa kluczowe
utrzymanie

Cele nauczania — ciągłe doskonalenie

8.1 **Możliwości wprowadzania udoskonaleń w zakresie automatyzacji testowania**

ALTA-E-8.1.1 (K4) Kandydat potrafi przeanalizować aspekty techniczne wdrożonego rozwiązania do automatyzacji testowania i przedstawić zalecenia dotyczące udoskonaleń.

8.2 **Dostosowywanie mechanizmów automatyzacji testowania do zmian w środowisku i testowanym systemie**

ALTA-E-8.2.1 (K4) Kandydat potrafi przeanalizować testalia do testów automatycznych (w tym komponenty środowiska testowego, narzędzia i wspomagające je biblioteki funkcji) w celu wskazania obszarów wymagających konsolidacji lub aktualizacji po wprowadzeniu określonego zbioru zmian w środowisku testowym lub testowanym systemie.

8.1 Możliwości wprowadzania udoskonaleń w zakresie automatyzacji testowania

Oprócz bieżących prac związanych z utrzymaniem, które są niezbędne do zapewnienia ciągłej synchronizacji rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS) z testowanym systemem, istnieje zwykle wiele innych okazji do udoskonalania tego rozwiązania. Wprowadzanie udoskonaleń w TAS może służyć osiąganiu różnych korzyści, takich jak zwiększenie efektywności (a tym bardziej dalsze ograniczenie interwencji ręcznych), ułatwienie obsługi, wprowadzenie dodatkowych funkcji bądź usprawnienie obsługi czynności testowych. Przy podejmowaniu decyzji o sposobie udoskonalania TAS należy kierować się tym, jakie zmiany przyniosą największe korzyści z punktu widzenia projektu.

Udoskonalenia można wprowadzać w takich obszarach, jak tworzenie skryptów, weryfikacja, architektura, przetwarzanie początkowe i końcowe, dokumentacja czy obsługa narzędzi. Poniżej opisano dokładniej poszczególne obszary.

Tworzenie skryptów
Podejścia do tworzenia skryptów mogą być bardzo różne — od prostej metody ustrukturyzowanej poprzez metody oparte na danych po bardziej zaawansowane metody oparte na słowach kluczowych (patrz punkt 3.2.2). W niektórych przypadkach może być uzasadnione zaktualizowanie obecnego podejścia do tworzenia skryptów w TAS w odniesieniu do wszystkich nowych testów automatycznych. Nowe podejście można też zastosować wstecznie do wszystkich dotychczasowych testów automatycznych, a przynajmniej do tych, których utrzymanie jest najbardziej czasochłonne.

Zamiast zmieniać całe podejście do tworzenia skryptów, w ramach udoskonalania TAS można skoncentrować się na sposobie ich implementacji. Na przykład:

- Oszacowanie pokrywających się obszarów przypadków/kroków/procedur testowych w celu skonsolidowania testów automatycznych.
  Przypadki testowe zawierające podobne sekwencje akcji nie powinny wielokrotnie implementować tych samych kroków. Kroki te należy przekształcić w funkcje i dodać do biblioteki, co następnie umożliwi ich wielokrotne wykorzystanie. Funkcje dostępne w bibliotece mogą być używane w ramach różnych przypadków testowych, co zwiększa pielęgnowalność testaliów. Jeśli kroki są podobne, ale nie identyczne, może być konieczna parametryzacja.
  Podejście to jest typowe dla testowania opartego na słowach kluczowych.
- Ustanowienie procesu odzyskiwania sprawności po wystąpieniu błędów w TAS i testowanym systemie.
  Jeśli podczas wykonywania przypadków testowych wystąpi błąd, rozwiązanie do automatyzacji testowania powinno odzyskać sprawność i przejść do następnego przypadku testowego. Jeśli błąd wystąpi w testowanym systemie, TAS musi wykonać w nim niezbędne czynności mające na celu przywrócenie sprawności (takie jak np. ponowne uruchomienie całego testowanego systemu).
- Przeanalizowanie mechanizmów oczekiwania w celu upewnienia się, że stosowany jest najlepszy ich typ. Poniżej opisano trzy często używane mechanizmy oczekiwania:
  1. Oczekiwanie przez ustalony czas (tj. określoną liczbę milisekund) może być podstawową przyczyną wielu problemów związanych z automatyzacją testowania.
  2. Oczekiwanie dynamiczne z sondowaniem (tj. sprawdzaniem, czy nastąpiła określona zmiana stanu lub akcja) jest znacznie bardziej elastyczne i efektywne, ponieważ:
     - oczekiwanie trwa tylko tak długo, jak długo jest to konieczne, dzięki czemu nie marnuje się czasu testowania;
     - jeśli z jakiegoś powodu proces trwa dłużej, funkcja sondowania czeka na spełnienie warunku (należy również pamiętać o uwzględnieniu limitu czasu, ponieważ w przeciwnym razie po wystąpieniu problemu test mógłby trwać w nieskończoność).
  3. Jeszcze lepszym rozwiązaniem jest subskrypcja zdarzeń generowanych przez testowany system. Opcja ta jest znacznie bardziej niezawodna niż pozostałe dwie, jednak w takim przypadku język skryptowy używany do wykonywania testów musi obsługiwać subskrypcję zdarzeń, a testowany system musi udostępniać te zdarzenia aplikacji testowej. Należy również pamiętać o uwzględnieniu limitu czasu, ponieważ w przeciwnym razie po wystąpieniu problemu test mógłby trwać w nieskończoność.
- Traktowanie testaliów jako oprogramowania.
  Wytwarzanie i utrzymanie testaliów jest jedną z form wytwarzania oprogramowania, w związku z czym wymaga stosowania dobrych praktyk w dziedzinie tworzenia kodu (np. stosowania wytycznych dotyczących tworzenia kodu oraz przeprowadzania analizy statycznej i przeglądów kodu). Może być nawet wskazane skorzystanie z usług programistów (a nie inżynierów testów) przy tworzeniu niektórych elementów testaliów (np. bibliotek).
- Ocena dotychczasowych skryptów pod kątem skorygowania lub wyeliminowania.

Zaleca się przeprojektowanie skryptów, które stwarzają problemy (takie jak sporadyczne błędy czy wysokie koszty utrzymania), a także usunięcie z zestawu testów skryptów, które nie przynoszą już żadnych korzyści.

Wykonywanie testów
To, że wykonywanie zestawu automatycznych testów regresywnych może nie zakończyć się np. w ciągu jednej nocy, nie powinno być zaskoczeniem. Jeśli jednak testowanie trwa zbyt długo, może być wskazane wykonanie testów równocześnie w kilku systemach, chociaż nie zawsze jest to możliwe. W przypadku drogich systemów może się okazać, że całość testowania musi zostać przeprowadzona tylko na jednej instalacji systemu. W rezultacie, może być konieczne podzielenie zestawu testów regresywnych na kilka części, z których każda będzie wykonywana w określonym czasie (np. przez jedną noc). Dalsza analiza pokrycia testów automatycznych może też ujawnić duplikację, której wyeliminowanie pozwoli skrócić czas wykonywania testów i zwiększyć efektywność w innych obszarach.

Weryfikacja
Przed utworzeniem nowych funkcji weryfikacji należy przyjąć zbiór standardowych metod weryfikacji, które mają być używane w ramach wszystkich testów automatycznych. Pozwoli to uniknąć wielokrotnego implementowania akcji związanych z weryfikacją w różnych testach. Jeśli metody weryfikacji są podobne, ale nie identyczne, zastosowanie parametryzacji pozwoli stworzyć funkcję przeznaczoną do wykorzystania przez wiele typów obiektów.

Architektura
W związku z wprowadzaniem udoskonaleń zwiększających testowalność testowanego systemu, może być konieczne dokonanie zmian w architekturze tego systemu i/lub architekturze automatyzacji. Działania takie mogą przynieść znaczne usprawnienie automatyzacji testowania, ale modyfikacje po stronie testowanego systemu i TAS mogą wiązać się z dużymi inwestycjami. Na przykład, zmiana w testowanym systemie mająca na celu udostępnienie interfejsów API do celów testowania wymaga również wprowadzenia odpowiednich zmian w TAS. Dodawanie tego rodzaju funkcji na późniejszym etapie może być dość kosztowne, dlatego znacznie lepszym rozwiązaniem jest uwzględnienie ich na początku procesu automatyzacji (i na wczesnych etapach rozwoju testowanego systemu, patrz podrozdział 2.3 — Projektowanie pod kątem testowalności i niezawodności).

Przetwarzanie wstępne i końcowe
Należy określić standardowe zadania związane z procesami konfigurowania i dekonfigurowania, zwane także przetwarzaniem wstępnym (konfigurowanie) i końcowym (dekonfigurowanie). Dzięki temu można uniknąć wielokrotnego implementowania tych samych zadań w ramach poszczególnych testów automatycznych, a tym samym obniżyć koszty utrzymania oraz zmniejszyć nakład pracy potrzebny do implementacji nowych testów automatycznych.

Dokumentacja
Ta kategoria obejmuje wszelkiego rodzaju dokumentację: od dokumentacji skryptów (wyjaśniającej ich działanie, sposób używania itd.) poprzez dokumentację dla użytkowników TAS po raporty i dzienniki tworzone przez to rozwiązanie.

Funkcje TAS
Do TAS mogą być dodawane kolejne funkcje umożliwiające szczegółowe raportowanie, prowadzenie dzienników, integrację z innymi systemami itd. Funkcje takie należy dodawać wyłącznie pod warunkiem, że będą faktycznie używane, ponieważ dodawanie zbędnych funkcji zwiększa tylko złożoność rozwiązania, a w rezultacie zmniejsza jego niezawodność i pielęgnowalność.

Aktualizacje i uaktualnienia TAS
W ramach aktualizacji TAS lub uaktualnienia TAS do nowej wersji mogą zostać udostępnione nowe funkcje przeznaczone do wykorzystania przez przypadki testowe (a także mogą zostać skorygowane ewentualne błędy). Wiąże się to jednak z pewnym ryzykiem, ponieważ aktualizacja struktury — polegająca na uaktualnieniu dotychczasowych narzędzi testowych lub wprowadzeniu nowych — może negatywnie wpłynąć na istniejące przypadki testowe. Dlatego przed wdrożeniem nowej wersji narzędzia testowego należy wykonać za jej pomocą kilka przykładowych testów, które powinny być reprezentatywne dla różnych aplikacji objętych testowaniem automatycznym, różnych typów testów oraz (jeśli wymaga tego sytuacja) różnych środowisk.

8.2 Planowanie implementacji udoskonaleń w zakresie automatyzacji testowania

Zmiany w istniejącym rozwiązaniu do automatyzacji testowania (TAS) wymagają starannego zaplanowania i przeanalizowania. Stworzenie stabilnego TAS — złożonego ze struktury automatyzacji testowania (TAF) oraz bibliotek komponentów — pochłonęło wiele wysiłku, a każda zmiana, choćby najbardziej banalna, może mieć poważny wpływ na jego niezawodność i wydajność.

Identyfikowanie zmian w komponentach środowiska testowego
Należy ocenić, jakie zmiany i udoskonalenia powinny zostać wprowadzone, a następnie zastanowić się, czy wymagają one zmodyfikowania oprogramowania testującego, niestandardowych bibliotek funkcji, systemu operacyjnego itd., ponieważ każda taka zmiana ma wpływ na sposób działania TAS. Najważniejsze jest to, aby testy automatyczne były nadal wykonywane w sposób efektywny. W związku z powyższym, zmiany należy wprowadzać przyrostowo, co umożliwi mierzenie ich wpływu na TAS z wykorzystaniem ograniczonego zbioru skryptów testowych. Po stwierdzeniu, że nie występują żadne niekorzystne skutki, można przejść do pełnej implementacji zmian. Ostatnim krokiem mającym na celu sprawdzenie czy zmiana nie wpłynęła negatywnie na skrypty automatyczne, jest wykonanie pełnego przebiegu testowania regresywnego. Jeśli podczas wykonywania skryptów regresywnych zostaną wykryte błędy, należy zidentyfikować ich podstawową przyczynę (na podstawie raportów, dzienników, analizy danych itd.), aby upewnić się, że nie są one skutkiem działań związanych z usprawnianiem automatyzacji.

Zwiększanie efektywności i skuteczności podstawowych bibliotek funkcji TAS
W miarę dojrzewania TAS odkrywane są nowe sposoby bardziej efektywnego wykonywania zadań. Powyższe nowe techniki (związane z optymalizacją kodu funkcji, zastosowaniem nowszych bibliotek systemu operacyjnego itd.) należy włączyć do podstawowych bibliotek funkcji wykorzystywanych w bieżącym projekcie i wszystkich innych projektach.

Potencjalna konsolidacja wielu funkcji wykonujących operacje przy użyciu elementów sterujących tego samego typu
Dużą część działań wykonywanych podczas przebiegu testu automatycznego stanowi odpytywanie elementów sterujących w interfejsie graficznym (GUI) w celu uzyskania informacji na temat danego elementu (np. widoczny/niewidoczny, włączony/niewłączony, wielkość/wymiary, dane itd.). Na podstawie tych informacji test automatyczny może wybrać element z listy rozwijanej, wprowadzić dane w polu, odczytać wartość z pola itd. Istnieje kilka rodzajów funkcji, które mogą oddziaływać na elementy sterujące w celu uzyskania powyższych informacji. Niektóre z nich są bardzo ściśle wyspecjalizowane, inne zaś mają charakter bardziej ogólny. Oprócz wyspecjalizowanej funkcji obsługującej tylko listy rozwijane może być również dostępna (lub może zostać utworzona do użytku w TAS) funkcja współpracująca z kilkoma innymi funkcjami wskazywanymi przy użyciu parametru. Może się zatem okazać, że inżynier automatyzacji testowania (TAE) korzysta z kilku funkcji, które dałoby się skonsolidować w ramach mniejszej liczby funkcji, uzyskując te same rezultaty, a jednocześnie zmniejszając wymagania związane z pielęgnacją.

Przebudowa architektury automatyzacji testowania (TAA) w celu uwzględnienia zmian w testowanym systemie
Przez cały okres eksploatacji TAS konieczne jest wprowadzanie modyfikacji odzwierciedlających zmiany w testowanym systemie. W miarę rozwoju i dojrzewania testowanego systemu bazowa architektura automatyzacji testowania (TAA) musi również się rozwijać, aby zapewnić funkcje niezbędne do jego obsługi. Przy rozszerzaniu funkcjonalności należy zachować ostrożność, aby nowe funkcje nie były implementowane w sposób prowizoryczny: każda funkcja powinna zostać przeanalizowana, a zmiany powinny być wprowadzane na poziomie architektury zautomatyzowanego rozwiązania. Takie podejście gwarantuje, że w momencie wprowadzenia nowych funkcji testowanego systemu, które wymagają dodatkowych skryptów, będą już dostępne odpowiednie komponenty umożliwiające dodanie nowych testów automatycznych.

Konwencje nazewnictwa i standaryzacja
W miarę wprowadzania kolejnych zmian należy dbać o spójność konwencji nazewnictwa nowego kodu automatyzacji i nowych bibliotek funkcji z wcześniej zdefiniowanymi standardami (patrz punkt 4.3.2 — Zakres i podejście).

Ocena istniejących skryptów dotyczących testowanego systemu pod kątem zmiany/eliminacji
Proces wprowadzania zmian i udoskonaleń obejmuje również dokonywanie oceny istniejących skryptów pod kątem wykorzystania i dalszej przydatności. W przypadku skomplikowanych i czasochłonnych testów bardziej opłacalne i efektywne może być na przykład rozłożenie ich na kilka mniejszych testów. Ponadto warto zastanowić się nad wyeliminowaniem testów, które są wykonywane rzadko lub nie są wcale stosowane,

ponieważ pozwala to zmniejszyć złożoność TAS oraz uzyskać bardziej przejrzysty obraz wymagań związanych z utrzymaniem.

9. Bibliografia

9.1 Standardy

Wśród standardów dotyczących automatyzacji testowania należy wymienić w szczególności:

- notację Testing and Test Control Notation (TTCN-3) opracowaną przez Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych (ETSI) i Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ITU), w skład której wchodzą następujące dokumenty:
    - ES 201 873-1: TTCN-3 Core Language;
    - ES 201 873-2: TTCN-3 Tabular Presentation Format (TFT);
    - ES 201 873-3: TTCN-3 Graphical Presentation Format (GFT);
    - ES 201 873-4: TTCN-3 Operational Semantics;
    - ES 201 873-5: TTCN-3 Runtime Interface (TRI);
    - ES 201 873-6: TTCN-3 Control Interface (TCI);
    - ES 201 873-7: Using ASN.1 with TTCN-3;
    - ES 201 873-8: Using IDL with TTCN-3;
    - ES 201 873-9: Using XML with TTCN-3;
    - ES 202 781: Extensions: Configuration and Deployment Support;
    - ES 202 782: Extensions: TTCN-3 Performance and Real-Time Testing;
    - ES 202 784: Extensions: Advanced Parameterization;
    - ES 202 785: Extensions: Behaviour Types;
    - ES 202 786: Extensions: Support of interfaces with continuous signals;
    - ES 202 789: Extensions: Extended TRI;
- specyfikację Automatic Test Markup Language (ATML) opracowaną przez IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), która określa wymagania w zakresie:
    - architektury testów,
    - danych testowych,
    - zachowania testów,
    - rejestrowania testów,
    - zarządzania testami.

9.2 Dokumenty ISTQB

Identyfikator	**Przywoływany dokument**
ISTQB-AL-TM	ISTQB: Certyfikowany tester. Sylabus poziomu zaawansowanego- Kierownik testów, wersja 2012 (dokument dostępny w serwisie [ISTQB-Web] oraz na stronie https://sjsi.org/ist-qb/do-pobrania/
ISTQB-AL-TTA	ISTQB: Certyfikowany tester. Sylabus poziomu zaawansowanego -Techniczny analityk testowy, wersja 2012 (dokument dostępny w serwisie [ISTQB-Web] oraz na stronie https://sjsi.org/ist-qb/do-pobrania/)
ISTQB-EL-CEP	ISTQB: Rozszerzenie certyfikacji poziomu zaawansowanego (dokument dostępny w serwisie [ISTQB-Web])
ISTQB-EL-Modules	ISTQB: Przegląd modułów poziomu zaawansowanego, wersja 1.2 z 23 sierpnia 2013 r. (dokument dostępny w serwisie [ISTQB-Web])
ISTQB-EL-TM	ISTQB: Sylabus poziomu eksperckiego. Kierownik testów, wersja 2011 (dokument dostępny w serwisie [ISTQB-Web])
ISTQB-FL	ISTQB: Sylabus poziomu podstawowego, wersja 2011 (dokument dostępny w serwisie [ISTQB-Web]) oraz na stronie https://sjsi.org/ist-qb/do-pobrania/
ISTQB-Glossary	ISTQB: Słownik wyrażeń związanych z testowaniem, wersja 3.2 z 4 lipca 2014 r. (dokument dostępny w serwisie [ISTQB-Web] oraz na stronie https://sjsi.org/slownik-testerski)

9.3 Znaki towarowe

W niniejszym dokumencie używane są następujące zastrzeżone znaki towarowe i znaki usług: nazwa ISTQB® jest zastrzeżonym znakiem towarowym International Software Testing Qualifications Board.

9.4 Bibliografia

Identyfikator	**Przywoływana książka**
[Baker08]	Paul Baker, Zhen Ru Dai, Jens Grabowski, Ina Schieferdecker, „Model-Driven Testing: Using the UML Testing Profile”, Springer 2008, ISBN-10: 3540725628, ISBN-13: 978-3540725626
[Dustin09]	Efriede Dustin, Thom Garrett i Bernie Gauf, „Implementing Automated Software Testing: how to save time and lower costs while raising quality”, Addison-Wesley 2009, ISBN 0-321-58051-6
[Dustin99]	Efriede Dustin, Jeff Rashka, John Paul, „Automated Software Testing: introduction, management, and performance”, Addison-Wesley 1999, ISBN-10: 0201432870, ISBN-13: 9780201432879
[Fewster&Graham12]	Mark Fewster, Dorothy Graham, „Experiences of Test Automation: Case Studies of Software Test Automation”, Addison-Wesley 2012
[Fewster&Graham99]	Mark Fewster, Dorothy Graham, „Software Test Automation: Effective use of test execution tools”, ACM Press Books 1999, ISBN-10: 0201331403, ISBN-13: 9780201331400
[McCaffrey06]	James D. McCaffrey, „.NET Test Automation Recipes: A Problem-Solution Approach”, APRESS 2006, ISBN-13:978-1-59059-663-3, ISBN-10:1-59059-663-3
[Mosley02]	Daniel J. Mosley, Bruce A. Posey, „Just Enough Software Test Automation”, Prentice Hall 2002, ISBN-10: 0130084689, ISBN-13: 9780130084682
[Willcock11]	Colin Willcock, Thomas Deift, Stephan Tobies, Stefan Keil, „An Introduction to TTCN-3” Wiley (wydanie 2) 2011, ISBN-10: 0470663065, ISBN-13: 978-0470663066

9.5 Materiały źródłowe w Internecie

Identyfikator	**Przywoływany dokument**
ISTQB-Web	Serwis internetowy International Software Testing Qualifications Board, w którym są dostępne najnowsze wersje słownika terminów ISTQB oraz sylabusów www.istqb.org
SJSI	Serwis internetowy Stowarzyszenia Jakości Systemów Informatycznych, w którym są dostępne najnowsze polskie wersje słownika terminów ISTQB oraz sylabusów, www.sjsi.org

10. Uwagi dla dostawców szkoleń

10.1 Czas trwania szkolenia

Do każdego rozdziału sylabusa przypisano czas trwania w minutach. Informacja ta stanowi wskazówkę co do względnego czasu trwania poszczególnych części akredytowanego szkolenia oraz wskazuje minimalny przewidywany czas niezbędny do przekazania wiedzy zawartej danym rozdziale.

Zajęcia prowadzone przez dostawców szkoleń mogą oczywiście trwać dłużej, a kandydaci mogą poświęcić więcej czasu na zapoznanie się z materiałem i zebranie dodatkowych informacji. Kolejność tematów w programie kursu nie musi pokrywać się z kolejnością wskazaną w sylabusie, a kurs nie musi być realizowany w formie jednego bloku zajęć.

W poniższej tabeli przedstawiono orientacyjny czas potrzebny do zaprezentowania materiału i wykonania ćwiczeń w poszczególnych rozdziałach (wszystkie wartości wyrażono w minutach).

Rozdział	**Czas w minutach**
1. Wstęp	0
2. Wprowadzenie do automatyzacji testowania i jej cele	30
3. Przygotowanie do automatyzacji testowania	165
4. Ogólna architektura automatyzacji testowania	270
5. Ryzyko i sytuacje awaryjne związane z wdrożeniem	150
6. Raporty i miary dotyczące automatyzacji testowania	165
7. Przeniesienie testowania manualnego do środowiska zautomatyzowanego	120
8. Weryfikowanie rozwiązania do automatyzacji testowania (TAS)	120
9. Ciągłe doskonalenie	150
Razem:	1170

Przy założeniu, że zajęcia będą prowadzone przez siedem godzin dziennie, łączny czas trwania kursu to 2 dni, 5 godzin i 30 minut.

10.2 Praktyczne ćwiczenia do wykonania w miejscu pracy

Nie określono żadnych ćwiczeń, które mogłyby być wykonywane w miejscu pracy.

10.3 Zasady dotyczące e-nauczania

Wszystkie części niniejszego sylabusa nadają się do wykorzystania w ramach e-nauczania.

11. Indeks